தொடர் அலைவு மற்றும் இலக்க மின்னணுவியல்



முனைவர் சி.பாரி



தமிழ்நாடு மாநில உயர்கல்வி மன்றம்
காமராஜர் சாலை, சென்னை-600 005.

தொடர் அலைவு மற்றும் இலக்க மின்னணுவியல்

முனைவர் சி. பாரி



தமிழ்நாடு மாநில உயர்கல்வி மன்றம்
சென்னை – 600 005.

முதற் பதிப்பு : 2011

பதிப்புரிமை : தமிழ்நாடு மாநில உயர்கல்வி மன்றம்
சென்னை – 600 005

நூலின் பெயர் : தொடர் அலைவு மற்றும் இலக்க மின்னணுவியல்

நூலாசிரியர் : முனைவர் சி. பாரி,
பேராசிரியர், துறைத் தலைவர்
இயற்பியல் துறை,
தேசியக் கல்லூரி,
திருச்சிராப்பள்ளி – 620 001.

மறு ஆய்வு செய்தவர் : முனைவர் ஆர். சபேசன்,
பேராசிரியர், துறைத் தலைவர் (ஓய்வு),
இயற்பியல் துறை,
அழகப்பா பல்கலைக்கழகம்,
காரைக்குடி – 630 003

தமிழ் திருத்தம் செய்தவர் : முனைவர் பா. உதயகுமார்,
இணைப் பேராசிரியர்,
தமிழ்த் துறை,
மாநிலக் கல்லூரி,
சென்னை – 600 005.

விலை : ரூ.112.00

அச்சிட்டோர் : *பாவை பிரிண்டர்ஸ் (பி) லிட்.,*
146, ஜானி ஜான்கான் ரோடு,
இராயப்பேட்டை, சென்னை-600 014.

பொருளடக்கம்

தொடர் அலைவு மற்றும் இலக்க மின்னணுவியல்

இயல்	தலைப்பு	பக்க எண்
1	எண் முறைமை	1
2	முதன்மைக் குறியீடுகள்	44
3	பூலியன் இயற்கணிதம்	68
4	சாவிச் சுற்றுகள் மற்றும் வாதியல் குடும்பங்கள்	110
5	சுருக்கும் முறைகள்	140
6	ஒன்றிணை மற்றும் கணக்கியல் வாதியல்	186
7	இயற்கணித வாதியல்	215
8	நிலைமாறிகள்	233
9	பதிவிகள்	265
10	எண்ணிகள்	286
11	எண்ணிலக்க நினைவகங்கள் மற்றும் அமைப்புகள்	334
12	எண்ணிலக்க - ஒப்புமை மாற்றல் மற்றும் ஒப்புமை - எண்ணிலக்க மாற்றல்	386
	கலைச்சொற்கள்	427

இயல் - 1

எண் முறைமை

(Number system)

எண் முறைமை என்பது ஓர் எண்ணின் மதிப்பினைக் குறிக்கப் பயன்படுத்தும் குறி அல்லது சைகை முறை ஆகும். எண் முறைமையில் பல்வேறு வகையான குறி அல்லது சைகையைப் பயன்படுத்தலாம். நாம் பயன்படுத்தும் குறிகள், அவை அமையப்போகும் நிலையினைப் பொருத்து மதிப்புகள் அடைகின்றன. எனவே இவ்வகையான குறிகளை நிலை எண்முறை (Positional Number System) என அழைக்கின்றோம். பொதுவாக 'எண்முறைமை' கீழ்க்கண்டவாறு அமைக்கப்படுகிறது. அவையாவன

i. எண்கள் அமைப்பதற்குப் பல குறிகள் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

ii. எண்கள் அமைப்பதற்கு நாம் சில விதிமுறைகளைப் பயன்படுத்த வேண்டும். இவற்றினைப் பயன்படுத்தி அவற்றிற்கு மதிப்புகள் கொடுக்கப்படுகிறது.

iii. வேறு சில விதிகளைப் பயன்படுத்திப் பொதுவான கணக்கீடுகளையும் செய்யலாம்.

இங்கு தனித்தனியான எண் குறிகளைப் பயன்படுத்தி எண்கணிதம் செய்கின்றோம். பொதுவாக எண்முறைமை நான்கு வகையில் பிரிக்கப்படுகிறது. அவையாவன,

1. பத்தடி எண் முறைமை (Decimal Number System)
2. ஈரடி எண் முறைமை (Binary Number System)
3. எட்டடி எண் முறைமை (Octal Number System)
4. பதினாறு எண் முறைமை (Hexadecimal Number System)

1.1. பத்தடி எண் முறைமை

தற்சமயம் நாம் பயன்படுத்தும் பல எண்முறைமைகளில் மிகவும் முக்கியமானது பத்தடி எண் முறைமையாகும். இம்முறைமையில் ஒவ்வொரு எண்ணும் ஒரு குறியாகும். அவ்வகையில் 10 குறிகளைப் பயன்படுத்துகிறோம். அவையாவன 0,1,2,3,4,5,6,7,8,9. இவ்வாறாகப் பத்துக் குறிகள் பயன்படுத்துவதால், இம்முறையைப் பத்தடி எண்முறைமை என்று அழைக்கின்றோம். எனவே இம்முறையின் அடி (Base) 10 ஆகும். மேலே காட்டப்பட்ட குறிகளைப் பயன்படுத்தி நாம் எந்த எண்களையும் அமைக்கலாம். பொதுவாக இலக்கங்களின் மதிப்பு அது அமைந்துள்ள நிலையினைச் சார்ந்து அமைகிறது. பொதுவாக 10 குறிகள் இருப்பதால், ஒவ்வோர் இலக்க எண்ணின் நிலை மதிப்பு 10-ன் அடுக்காகும் (Power of 10). பொதுவாகப் பத்தடிப் புள்ளிகட்கு இடப்பக்கமாக அடுக்குகள் 0 விலிருந்தும், வலப்பக்கமாக – 1 லிருந்தும் ஆரம்பிக்கப்படுகிறது. பத்தடி எண்களின் நிலை மதிப்புகள் கீழ்க்கண்ட அட்டவணை(1.1)ல் காட்டப்படுகிறது.

அட்டவணை 1.1: பத்தடி எண்முறைமை

பத்தடிப்புள்ளிக்கு இடப்பக்கம்				பத்தடிப் புள்ளிக்கு வலப்பக்கம்		
10^3	10^2	10^1	10^0	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}
1000	100	10	1	0.1	0.01	0.001

பத்தடி எண்முறைமை 10 குறிகள் மட்டும் பெற்றிருந்தாலும், பயன்படுத்தப்படும் எண்ணின் நிலை அளவிடல் (Positional

Weighting) முறை மூலமே கணக்கிடப்படும். எவ்வளவு பெரிய எண்ணையும் தேவைக்கேற்ப எளிதில் பயன்படுத்தமுடியும்.

எடுத்துக்காட்டு

4396.75 என்ற பத்தடி எண்ணினை எடுத்துக் கொள்வோம். கொடுக்கப்பட்ட எண்ணைக் கீழ்க்கண்டவாறு மாற்றலாம்.

தீர்வு

$$4396.75=4x10^3 + 3x10^2 + 9x10^1 + 6x10^0 + 7x10^{-1} + 5x10^{-2}$$

$$=4000 + 300 + 90 + 6 + 0.7 + 0.05$$

இங்கு ஒவ்வொரு இலக்கத்தின் நிலை மதிப்புகள்

4 →4000: 3→300: 9 →90: 6 →6: 7 →0.7: 0→ 0.05

பொதுவாக, எண்ணின் நிலை அளவிடல் (Positional Weighting) முறையைப் பயன்படுத்தி, எல்லா வகையான எண் முறைமையையும் எழுதலாம். கீழே குறிக்கப்பட்டுள்ள சமன்பாட்டைப் பயன்படுத்தி எல்லா வகையான எண்முறைகளையும் குறிப்பிடலாம்.

$$Y = d_n \times y^n + d_{n-1} \times r^{n-1} + \ldots\ldots\ldots\ d_1 \times r^1 + d_0 \times r^0 \longrightarrow 1.1$$

இங்கு Y என்பது கொடுக்கப்பட்ட எண்ணின் முழு மதிப்பாகும்.

d_n மதிப்பானது புள்ளியிலிருந்து 'n' வது இலக்க மதிப்பு மற்றும் 'r' என்பது அடி (Base) அல்லது ரேடிக்ஸ் (Radix) ஆகும். மேலும், 'n' என்பது புள்ளியிலிருந்து கணக்கிடப்படும் இலக்க நிலையாகும்.

1.2. ஈரடி எண் முறைமை (Binary Number System)

ஈரடி எண் முறைமையானது இரண்டு அடிப்படைக் குறிகளைப் பயன்படுத்தி எழுதப்படுகிறது. அவையாவன 0 மற்றும் 1 பொதுவாக இரண்டு குறிகள் இருப்பதால், ஒவ்வோர் இலக்க எண்ணின் மதிப்பு 2-ன் அடுக்காகும் (Power of 2), இம்முறையிலும் ஈரடி புள்ளிகட்கு இடப்பக்கமாக அடுக்குகள் 0-விலிருந்தும், வலப்பக்கமாக 1-விலிருந்தும் ஆரம்பிக்கப்படுகிறது. ஈரடி எண் நிலை மதிப்புகள் கீழ்க்கண்ட அட்டவணை 1.2-ல் காட்டப்படுகிறது.

அட்டவணை 1.2 : ஈரடி எண் முறை

ஈரடி இடப்பக்கம்					ஈரடிப் புள்ளிக்கு வலப்பக்கம்		
2^4	2^3	2^2	2^1	2^0	2^{-1}	2^{-2}	2^{-3}
16	8	4	2	1	0.5	0.25	0.125

மேலே குறிப்பிட்ட கருத்தின் அடிப்படையில், ஈரடி எண்களை அமைக்கலாம். பத்தடி முறைமைகளின் தொடர்பு அட்டவணை 1.3-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

அட்டவணை 1.3 : ஈரடி – பத்தடி முறைமைகளின் தொடர்பு

ஈரடி				பத்தடி
8	4	2	1	
0	0	0	0	0
0	0	0	1	1
0	0	1	0	2
0	0	1	1	3
0	1	0	0	4
0	1	0	1	5
0	1	1	0	6
0	1	1	1	7
1	0	0	0	8
1	0	0	1	9
1	0	1	0	10
1	0	1	1	11
1	1	0	0	12
1	1	0	1	13
1	1	1	0	14
1	1	1	1	15

1.2.1. ஈரடி முறையிலிருந்து பத்தடி எண்ணாக மாற்றுதல்

பத்தடி முறையைப் போலவே ஈரடி முறையும் எண் நிலை அளவிடல் (Positional Weighting) முறையைப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. ஒவ்வொரு நிலை மதிப்பும் 2^n மதிப்பைப் பொருத்தே குறிப்பிடப்படுகிறது. அட்டவணை 1.4 பத்தடி எண் முறைமை ஈரடி முறைமை எண் நிலை அளவிடல் முறையில் எழுதப்பட்டுள்ளது. கீழ்க்குறியாக (Subscirpt) அடி (base) குறிப்பிடப்படுகிறது. எண் நிலை அளவிடல் முறையைப் பயன்படுத்தி எளிதாக ஈரடி எண்ணிலிருந்து பத்தடி எண்ணிற்கு மாற்றுவது போல் பத்தடி எண்ணிலிருந்து ஈரடி எண்ணிற்கு மாற்றிக் கொள்ளலாம்.

அட்டவணை 1.4 : ஈரடி மற்றும் பத்தடி எண்களின் நிலையளவு

ஈரடி	பத்தடி
$1_2 = 1 \times 2^0 = 1_{10}$	$1_{10} = 1 \times 10^0 = 1_{10}$
$10_2 = 1 \times 2^1 = 2_{10}$	$10_{10} = 1 \times 10^1 = 10_{10}$
$100_2 = 1 \times 2^2 = 4_{10}$	$100_{10} = 1 \times 10^2 = 100_{10}$
$1000_2 = 1 \times 2^3 = 8_{10}$	$1000_{10} = 1 \times 10^3 = 1000_{10}$
$10000_2 = 1 \times 2^4 = 16_{10}$	$10000_{10} = 1 \times 10^4 = 10000_{10}$

இம்முறைகள் அனைத்தையும் எளிதாகச் சமன்பாடு 1.1-ஐப் பயன்படுத்தி மாற்றிக் கொள்ளலாம். சமன்பாடு 1.1ல் கட்டாயம் 'd' ஆனது 1 அல்லது 0 ஆக இருக்கும். எனவே 'r' என்பது 2 அடி (base), n-புள்ளியிலிருந்து கணக்கிடப்படும் இலக்க நிலையாகும். 'n' மதிப்பு இலக்க நிலையைப் பொருத்து மாறும்.

எடுத்துக்காட்டு

ஈரடி 10111_2 எண்ணிணைப் பத்தடி எண்ணாக மாற்று.

தீர்வு

$$y = d_4 \times r^4 + d_3 \times r^3 + d_2 \times r^2 + d_1 \times r^1 + d_0 \times r^0$$

$$= 1x2^4 + 0x2^3 + 1x2^2 + 1x2^1 + 1x2^0$$

$$= 16+0+4+2+1$$

$$[10111]_2 = [23]_{10}$$

$$10111_2 = 23_{10}$$

எடுத்துக்காட்டு

ஈரடி 1011101001_2 எண்ணிணைப் பத்தடி எண்ணாக மாற்று.

தீர்வு

$$y = d_9 \times r^9 + d_8 \times r^8 + d_7 \times r^7 + d_6 \times r^6 + d_5 \times r^5 +$$

$$d_4 \times r^4 + d_3 \times r^3 + d_2 \times r^2 + d_1 \times r^1 + d_0 \times r^0$$

$$= 1x2^9 + 0x2^8 + 1x2^7 + 1x2^6 + 1x2^5 + 0x2^4 +$$

$$1x2^3 + 0x10^2 + 0x10^1 + 1x10^0$$

$$= 512 + 0 + 128 + 64 + 32 + 0 + 8 + 0 + 0 + 1$$

$$[1011101001]_2 = 745_{10}$$

மேற்குறிப்பிட்ட எடுத்துக்காட்டானது, dibble – double முறையில் தீர்வு காணப்படுகிறது. முதலில் இடப்புறத் தொடக்க அலகு (bit) முதல் ஆரம்பிக்கப்படுகிறது. இரண்டால் பெருக்கப்பட்டு அதற்கு அடுத்த வலது அலகுடன் கூட்டப்படகிறது. கிடைத்த

மதிப்புடன் 2ஆல் பெருக்கப்பட்டு அடுத்த வலது அலகுடன் கூட்டப்படுகிறது. கிடைத்த மதிப்புடன் 2ஆல் பெருக்கப்பட்டு அடுத்த வலது அலகுடன் கூட்டப்படுகிறது. மீண்டும் கிடைத்த மதிப்புடன் 2ஆல் பெருக்கப்பட்டு அடுத்த வலது அலகுடன் கூட்டப்படுகிறது. இறுதியாக, பத்தடி வடிவம் கிடைத்தவுடன் நிறுத்திக் கொள்ள வேண்டும்.

எடுத்துக்காட்டு

110111_2 ஈரடி எண்ணிணைப் பத்தடி எண்ணாக மாற்று.

தீர்வு

இடது அலகின் பதிவு = 1

2ஆல் பெருக்கிப் பின் அடுத்த அலகுடன் கூட்டு (2x1)+1 = 3

2ஆல் பெருக்கிப் பின் அடுத்த அலகுடன் கூட்டு (2x3)+0 = 6

2ஆல் பெருக்கிப் பின் அடுத்த அலகுடன் கூட்டு (2x6)+1 = 13

2ஆல் பெருக்கிப் பின் அடுத்த அலகுடன் கூட்டு (2x13)+1= 27

2ஆல் பெருக்கிப் பின் அடுத்த அலகுடன் கூட்டு (2x27)+1 = 55

ஆகவே, $110111_2 = 55_{10}$

1.2.2. பத்தடி எண்ணை ஈரடியாக மாற்றுதல் (Converting Decimal to Binary)

பொதுவாக இரண்டு வகையில் பத்தடி முறையிலிருந்து ஈரடி முறைக்கு மாற்றப்படுகிறது. இந்த இருமுறைகளும் ஈரடி முறையிலிருந்து பத்தடி முறைக்கு மாற்றுவதற்கு எதிர் முறையாகும்.

கொடுக்கப்பட்ட பத்தடி எண்ணை திரும்பத்திரும்ப 2ஆல் வகுக்க வேண்டும். வகுக்கும் போது வரக்கூடிய மீதியைத் திருப்பு வரிசையில் எழுத வேண்டும். கிடைக்கும் எண் பத்தடி எண்ணிற்கு இணையான ஈரடி எண் ஆகும்.

எடுத்துக்காட்டு

பத்தடி எண் 75ஐ ஈரடி எண்ணாக மாற்று.

தீர்வு

அடுத்தடுத்து வகுத்தல்		மீதி
2	75	
2	37	1
2	18	1
2	9	0
2	4	1
2	2	0
	1	0

$\therefore [1001011]_2$

$\therefore [75]_{10} = [1001011]_2$

எடுத்துக்காட்டு

200_{10} ஈரடியாக மாற்றுக.

தீர்வு

அடுத்தடுத்து வகுத்தல்		மீதி
2	200	
2	100	0
2	50	0
2	25	0
2	12	1
2	6	0
2	3	0
2	1	1
2	0	1

$\therefore \ 200_{10} = 11001000_2$

அட்டவணை 1.5

2ன் நேர், எதிர் அடுக்குகள்

$2^0 \rightarrow 1$	$2^{-1} \rightarrow 0.5$
$2^1 \rightarrow 2$	$2^{-2} \rightarrow 0.25$
$2^2 \rightarrow 4$	$2^{-3} \rightarrow 0.125$
$2^3 \rightarrow 8$	$2^{-4} \rightarrow 0.0625$
$2^4 \rightarrow 16$	$2^{-5} \rightarrow 0.03125$
$2^6 \rightarrow 64$	$2^{-6} \rightarrow 0.015625$
$2^7 \rightarrow 128$	$2^{-7} \rightarrow 0.0078125$
$2^8 \rightarrow 256$	$2^{-8} \rightarrow 0.00390625$
$2^9 \rightarrow 512$	
$2^{10} \rightarrow 1024$	
$2^{11} \rightarrow 2048$	
$2^{12} \rightarrow 4096$	

எடுத்துக்காட்டு

கொடுக்கப்பட்ட 57.6ஐ ஈரடி எண்ணாக மாற்று.

தீர்வு

	அடுத்தடுத்து வகுத்தல்	மீதி
2	57	
2	28	1
2	14	0
2	7	0
2	3	1
2	1	1

$0.6 \times 2 = 1.2$ சுமை 1

$0.2 \times 2 = 0.4$ சுமை 0

$0.4 \times 2 = 0.8$ சுமை 0

$0.8 \times 2 = 1.6$ சுமை 1

$0.6 \times 2 = 1.2$ சுமை 1

$[0.6]_{10} = [0.10011]_2$

$[57]_{10} = [111001]_2$

$\therefore [57]_{10} = [111001.10011]_2$

1.2.3. ஈரடி எண்ணின் கூட்டல் மற்றும் கழித்தல் (Binary Addition and Subtraction)

ஈரடி கூட்டலும் பத்தடி எண் கூட்டல் போன்றதே. இக்கூட்டலைப் பின்வரும் அட்டவணையைப் பயன்படுத்தி கூட்டலாம்.

அட்டவணை 1.6: ஈரடி கூட்டல்

	0	1
0	0	1
1	0	10

எடுத்துக்காட்டு

1011_2 மற்றும் 110_2 என்ற எண்களின் கூட்டுத் தீர்வு.

தீர்வு

		குத்துவரிசை எண்கள்			
1ன் குத்து வரிசைப்படி, 1+0 = 1		8	4	2	1
2ன் குத்து வரிசைப்படி, 1+1 = 0					
1ஐ சேர்த்தவுடன்					
4ன் குத்துவரிசைப்படி, 1+0+1 = 0		1	0	1	1
1ஐ சேர்த்தவுடன்					
8ன் குத்து வரிசைப்படி, 1+1 = 10	+		1	1	0
8ன் குத்து வரிசைப்படி 1+1 = 10	1	0	0	0	1

எனவே, $1011_2 + 110_2 = 10001_2$

எடுத்துக்காட்டு

11110_2 மற்றும் 11_2 எண்களைக் கூட்டுக.

தீர்வு

```
 11110
  + 11
---------
100001
---------
```

1.2.4. ஈரடி கழித்தல் (Binary Subtraction)

பத்தடிக் கழித்தலைப் போலவே ஈரடி கழித்தலுமாகும். இருப்பினும் ஈரடி முறைமையில் இரண்டு எண்கள் அடிப்படையாக இருப்பதால், ஈரடிக் கழித்தல் முறையில் நிறைய எண் கடன் வாங்கும் முறை பத்தடி முறையை விட இம்முறை அதிகமாகப் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

எடுத்துக்காட்டு

100_2 லிருந்து 1ஐ கழி.

தீர்வு

குத்து வரிசை எண்கள்		
4	2	1
1 (அடிக்கப்பட்டது)	0 (அடிக்கப்பட்டது)	0
	1	1

1ன் வரிசையில் உள்ள 1ஆனது 0லிருந்து கழிக்க முடியாது. எனவே 2வது வரியில் உள்ள 1ஐ கடன் பெற வேண்டும். ஆனால் 2-ன் வரியில் உள்ள எண்ணும் 0 ஆக உள்ளது. எனவே 4-வது வரியில் உள்ன 1-னை கடன் பெற வேண்டும், 4-ன் வரி 0 ஆகிறது மேலும் 2-ன் வரி 10 ஆகிறது. 2-வது வரியிலிருந்து 1கடன் பெறப்பட்டு, 1-ஆக மாற்றப்படுகிறது, மற்றும் 1-வது வரி 10 ஆக மாற்றப்படுகிறது.

1-ன் வரியில் $10 - 1 = 1$
2-வது வரியில் $1 - 0 = 1$
4-வது வரியில் $0 - 0 = 0$
எனவே $100_2 - 1_2 = 11_2$

1.2.5. ஈரடி பெருக்கல் (Binary Multiplication)

இருவகையான ஈரடி பெருக்கல் முறைகள் உள்ளன. அவை, தாள் முறை மற்றும் கணினி முறை ஆகும். ஈரடி பெருக்கல்

கீழ்க்கண்ட முறையைப் பெருக்க, கீழ்க்கண்ட அட்டவணை 1.7 யைப் பயன்படுத்தலாம். தாள் முறையானது வழக்கமாகப் பயன்படுத்தப்படும் ஈரடி முறை போன்றதேயாகும்.

அட்டவணை 1.7: ஈரடி பெருக்கல்

	0	1
0	0	0
1	0	1

எடுத்துக்காட்டு

1011_2 எண்ணை 101_2 உடன் பெருக்குக.

தீர்வு

```
      1 0 1 1
    × 1 0 1
--------------------
      1 0 1 1  }
    0 0 0 0    } கூட்டுக.
  1 0 1 1      }
--------------------
  1 1 0 1 1 1    விடை
--------------------
```

எடுத்துக்காட்டு

11010_2 உடன் 11011_2ஐ பெருக்கு.

தீர்வு

```
              1 1 0 1 0
        ×     1 1 0 1 1
--------------------------
              1 1 0 1 0
            1 1 0 1 0
          0 0 0 0 0
        1 1 0 1 0
      1 1 0 1 0
--------------------------
  1 0 1 0 1 1 1 1 1 0
--------------------------
```

தாள் முறையானது எண்ணிலக்கக் கணினியில் பயன்படுத்த முடியாது, ஏனெனில் கணினி இரண்டு எண்களை மட்டுமே ஒரே முறையில் கூட்ட முடியும் (Plus Carries) மேலும், கணினியில் ஒரு குறிப்பிட்ட அலகிலான எண் மதிப்புகள் மட்டுமே கிடைக்கப்பெறும். உதாரணமாக 1011_2 எண்ணையும், 1010_2 எண்ணையும் மட்டுமே பெருக்கப்படுவதாக எடுத்துக் கொள்வோம். இரண்டு எண்களும் நான்கு அலகுகள் உடைய எண்களாகும். பெருக்கப்படும் பொழுது எட்டு அலகிலான எண்கள் கிடைக்கப்பெறும். எனவே, ஒரு நான்கு-அலகுள்ள பெருக்கிப் பதிவேடு (ஒரே நேரத்தில் நான்கு-அலகுகளையும் பெற்றுக் கொள்ளும் திறன் உள்ள மின்னணுவியல் கருவி) மற்றும் எட்டடி அலகுள்ள பன்முனைப் பதிவேடு / முடிவுப் பதிவேடு ஆகியன தேவை.

அட்டவணை 1.8-யைப் பயன்படுத்தி இடது நான்கு அலகுகளையும் MQ (பெருக்கி / மீதி) பதிவேட்டில் பதிக்கப்படும். இத்தொடர் முறைகளை இரட்டைப் பதிவு MQ(dual–use register)-ல் பதிக்கப் பெறும். இவற்றில் ஒன்று திறந்த பதிவாகவும் மற்றவை பகுதி முடிவுடனும் (இறுதி) பதியப்படும். கிடைக்கப்பெறும் பெருக்கி மதிப்புகள் M பதிவேட்டில் பதியப்படும்.

அட்டவணை 1.8:

MQ Register		1010 0000
Shift MQ	1	0100 0000
Add M		1011
Sum in MQ		0100 1011
Shift MQ	0	1001 0110
Add 0		0000
Sum in MQ		1001 0110
Shift MQ	1	0010 1100
Add M		1011
Sum in MQ		0011 0111
Shift MQ	0	0110 1110
Add 0		0000
Sum in MQ		0110 1110

MQ பதிவியானது 1 அலகினை வலப்புறமாக நகர்த்தி பதிந்து கொள்கிறது நகர்த்தப்பட்ட அலகானது 1 ஆக இருந்தால் MQ பதிவில் இருக்கும். அவை பிறகு Mஆல் பதியப்பெறும். மாறாக 0 அலகாக நகர்த்தப்பட்டு வெளிவந்தால் அதனை(0 அலகு) MQ பதிவில் சேர்க்கப்படும். இவ்வகையான செயல் முறைகளானது திரும்பத் திரும்ப நான்கு முறை செயல்படுத்தப்படும். (பெருக்கியில் இருக்கும் அலகு இருக்கும் வரை நடைபெறும்). இறுதி முடிவினைப் MQ பதிவேட்டில் பார்க்கலாம்.

1.2.6. ஈரடி வகுத்தல் (Binary Division)

பெருக்கலைப் போன்றே வகுத்தலும் இரண்டு முறையில் நிறைவேற்றப்படுகிறது. அவையாவன தாள் முறை மற்றும் கணினி முறை. தாள் முறையைப் பொருத்த வரை பத்தடி முறைப் போன்றே நீண்ட வகுத்தல் முறையாகும். ஈரடி வகுத்தலுக்கு அட்டவணை 1.9-ஐப் பயன்படுத்தி வகுத்தல் செய்யலாம்.

அட்டவணை 1.9 கணினியில் வகுத்தல்

MQ	0010 1011	
Subtract D	0110	
MQ	1100 1011	Result is negative ; the division is valid
Add D	0110	
MQ	0010 1011	
Shift MQ left	0101 0110	
Subtract D	0110	
MQ	1111 0110	Result is negative
Add D	0110	
MQ	0101 0110	Put a zero in quotient
Shift MQ left	1010 1100	
Subtract D	0110	
MQ	0100 1100	Result is positive
Add 1 to quotient	1	
MQ	0100 1101	
Shift MQ left	1001 1010	
Subtract D	0110	
MQ	0011 1010	Result is positive
Add 1	1	
MQ	0011 1011	
Shift MQ left	0111 0110	
Subtract D	0110	
MQ	0001 0110	
Add 1	1	
MQ	0001 0111 (Remainder: 0001, Quotient: 0111)	Final answer

எடுத்துக்காட்டு

110110_2 எண்ணை 101_2 எண்ணால் வகுக்க.

தீர்வு

```
          1 0 1 0
101 | 1 1 0 1 1 0
      1 0 1
      -----
          1 1 1
          1 0 1
          -------
            1 0 0     மீதி
```

கணினி முறை வகுத்தல் முறைக்கு அடுத்தடுத்து கழிக்கும் முறை தேவைப்படுகிறது. ஓர் எட்டடி அலகுள்ள வகுபடும் எண்ணை எடுத்துக் கொண்டு நான்கு அலகுள்ள வகுக்கும் எண்ணால் வகுக்க இதனைக் கருதலாம். ஈவானது MQ பதிவின் வலப்புறத்திலும் மீதியானது MQ பதிவின் இடப்புறத்திலும் பதியப்பெறும். வகுபடும் எண் முதலில் MQ பதிவில் பதியப்பெறும். பிறகு வகுபடும் எண் அதிலுள்ள D பிரிவிலும் பதியப்பெறும்.

பிறகு வகுக்கும் எண் வகுபடும் எண்ணிலிருந்து கழிக்கப்பெறும். மிகுந்த நிறைவுள்ள அலகு (MSB) அலகு 0 அலகாக இருந்தால் முடிவு நேர்முடிவாக இருக்கும். முடிவு நேர் முடிவாக இருப்பின் பிழை ஏற்படும். மீதியானது நான்கு அலகை விட கூடுதலாக இருக்கும். முடிவுக் குறை முடிவாக இருப்பின், மீதி நான்கு அலகுகள் அல்லது அதை விட குறைவாக இருக்கும். அதாவது, கிடைத்த நான்கு அலகு பிரிவினைப் பதிவி பதிந்து கொள்ளும்.

MQ பதிவி இடமாக ஓர் அலகு நகர்த்தும், பின்பு வகு எண் அதிலிருந்து பதிவிலிருந்து கழிக்கப் பெறும். முடிவு நேர்முடிவாக இருந்தால் 1 அலகினை MQ பதிவில் உள்ள மிகக் குறைந்த அலகுடன் சேர்க்கப்படும். மாறாக முடிவு எதிர் முடிவாக இருப்பின் வகு எண் MQ பதிவில் சேர்க்கப்பட்டு, பின் MQ பதிவில் இடப்புறமாக ஓர் அலகு நகர்த்தப் பெறும். மீதி அலகானது நிறைவாகப் பதியப்படும். இவ்வகையான செயல்பாடுகள் தொடர்ந்து நான்கு அலகுகள் இடப்பக்கமாகப் MQ பதியப்படும் வரை நடைபெறும். (D பதிவில் உள்ள நான்கு அலகுகள்). மீதியானது MQ பதிவின் இடப் பாதியிலும், ஈவானது வலப் பாதியிலும் தொடர்ந்து இருக்கும்.

1.3. ஈரடி பின்னங்கள் (Binary Fractions)

எண்கள் ஒத்திசைவு வடிவிலுள்ள முறையாக (analog system) இருந்தால் பத்தடி முறையையே பயன்படுத்தலாம்.

3472 என்ற தசம எண்ணினைக் குறித்தவாறு காட்டலாம்.

$$3472 = 3000 + 400 + 70 + 0$$

$$= 3 \times 10^3 + 4\times10^2 + 7\times10^1 + 2\times10^0$$

இதே போல் பின்னம் 34.72 குறிப்பிடுதல்

$$34.72 = 30 + 4 + 0.7 + 0.02$$

$$= 3\times10^1 + 4\times10^0 + 7\times10^{-1} + 2\times10^{-2}$$

பத்தடி முழுக்களுக்கு என்ன விதிகளோ அதுவே பத்தடிப் பின்னத்திற்கும் பொருந்தும். எந்த வகையான எண்ணையும், முறையும் சமன்பாடு 1.2 மூலம் குறிப்பிடலாம்.

$$Y = d_n \times r^n + d_{n-1} \times r^{n-1} + \ldots\ldots. + d_1 \times r^1 +$$

$$d_0 \times r^0 + d_{-3} \times r^{-3} + d_{-2} \times r^{-2} + d_{-1} \times r^{-1} + \ldots\ldots. +$$

$$d_{-m+1} \times r^{-m+1} + d_{-m} \times r^{-m} \quad ------ \quad 1.2$$

எடுத்துக்காட்டு

ஈரடி எண் 1101.000101_2ஐ பத்தடி எண்ணாக மாற்றுக.

தீர்வு

$$y = 1x2^3 + 1x2^2 + 0x2^1 + 1x2^0 + 0x2^{-1} + 0x2^{-2} +$$
$$0x2^{-3} + 1x2^{-3} + 1x2^{-4} + 0x2^{-5} + 1x2^{-6}$$

$$y = 8 + 4\ 0 + 1 + 0 + 0 + 0 + 1/16 + 0\ 1/64$$

$$y = 13 + 0.0625 + 0.015625$$

$$y = 13.078125$$

1.3.1. பின்ன பத்தடி எண்ணை ஈரடி எண்ணாக மாற்றுதல்

பயன்படுத்தப்படும் பின்ன பத்தடி எண்ணை ஈரடி எண்ணாக மாற்றுவதற்கு பின்ன எண்ணை 2ஆல் பெருக்க வேண்டும். மீதி வருகின்ற சுமையை முழு எண் நிலையில் பதிவு செய்ய வேண்டும். இந்த முறையானது திரும்பத் திரும்பச் செய்யப்படுகிறது. குறிப்பாக முன்னோக்குத் திசையில் எடுக்கப்படும் சுமை பின்ன ஈரடி எண்ணாகும்.

எடுத்துக்காட்டு

0.5276 பத்தடி எண்ணை ஈரடி எண்ணாக மாற்று.

தீர்வு

0.5276 x 2 = 1.0552	சுமை 1
0.0552 x 2 = 0.1104	சுமை 0
0.1104 x 2 = 0.2208	சுமை 0
0.2208 x 2 = 0.4416	சுமை 0
0.4416 x 2 = 0.8832	சுமை 0
0.8832 x 2 = 1.7664	சுமை 1

$[0.5276]_{10} = [0.100001]_2$

1.4. பதினாறடி எண்முறை (Hexadecimal Number System)

பதினறாடி எண்முறையானது ஈரடி எண்களைச் சேர்த்துச் சேர்த்து சுருக்கிப் பயன்படுத்துவதிலும், கணினி இலக்கணத்திற்குத் தேவையான வடிவில் பெரிய அளவில் கொடுப்பதற்காகவும் உருவானதே ஆகும். ஈரடி எண்களில் நான்கு அலகுகளாகச் சேர்த்து எழுத்து (Word) முறை அமைக்கப்படுகிறது. இந்த வகையான எழுத்து முறைகள் ஈரடி புள்ளியைப் பொருத்தே ஏற்பட்டதாகும். வாதியல் ரீதியாகக் கூற வேண்டுமானால் கணினி

சொற்கள் (words), 8 அலகுகள், 12 அலகுகள், 16 அலகுகள், 32 அலகுகள் போன்று இன்னும் பல வகையில் பிரிக்கப்படுகிறது.

ஒரு 4 அலகு பிரிவினைப் பயன்படுத்தி 0-15 ஈரடி எண்களைக் குறிப்பிடலாம். எவ்வாறாக இருப்பினும் ஒவ்வோர் அலகு சேர்க்கைக்கும் தனித்தனியான ஒப்பற்ற வடிவம் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. அதன் முக்கியக் குறிகள் A,B,C,D,E ஆகும். அட்டவணை 1.10 ல் பதினாறடி எண்முறை காட்டப்பட்டுள்ளது.

அட்டவணை 1.10: பதினாறடி எண்முறை

Binary	Hexadecimal	Decimal
0000	0	0
0001	1	1
0010	2	2
0011	3	3
0100	4	4
0101	5	5
0110	6	6
0111	7	7
1000	8	8
1001	9	9
1010	A	10
1011	B	11
1100	C	12
1101	D	13
1110	E	14
1111	F	15
1 0000	10	16

1.4.1. ஈரடி எண்ணை பதினாறடியாக மாற்றுதல்

ஈரடி எண்ணை நான்கு நான்காகச் சேர்த்து அமைக்கப்பட்டு எளிதாகப் பதினாறடியாக மாற்றப்படுகிறது.

எடுத்துக்காட்டு

1010111010_2 எண்ணைப் பதினாறடியாக மாற்றுக.

தீர்வு

நான்கு அலகுகளாகப் பிரித்தல்	10,	1011,	1010
ஒவ்வோர் எண்ணையும் மாற்றுதல்	2,	B,	A
பெறப்பட்ட தீர்வு	2BA		

எடுத்துக்காட்டு

ஈரடி எண்ணை 11011110101110_2 பதினாறடியாக மாற்றுக.

தீர்வு

நான்கு அலகுகளாகப் பிரித்தல்	11,	0111,	1010,	1110
ஒவ்வோர் எண்ணையும் மாற்றுதல்	3 ,	7,	A,	E
பெறப்பட்ட தீர்வு	37AE			

1.4.2. பதினாறடி எண்ணை ஈரடியாக மாற்றுதல்

பதினாறடி எண்களை ஈரடியாக மாற்றும் பொழுது அதற்கான சரியான அலகுகளாக மாற்றி எழுதுதல் ஆகும்.

எடுத்துகாட்டு

$4A8C_{16}$ எண்னை ஈரடியாக மாற்றுக.

தீர்வு

கொடுக்கப்பட்ட எண்	4	A	8	C
ஒவ்வோர் எண்ணையும் மாற்றி எழுதுதல்	0100	1010	1000	1100
தீர்வு	100	1010	1000	1100_2

1.4.3. பதினாறடி எண்ணிலிருந்து பத்தடி எண்ணாக மாற்றுதல்

ஈரடி மற்றும் பத்தடி எண்முறை எண்களைப் போலவே பதினாறடி எண் முறையும் நிலை அளவிடல் முறையில் சமன்பாடு 1.1 க்கு கட்டுப்பட்டுப் பிரிக்கப்படுகிறது. இங்கு அடி எண் 16 ஆகும். நேரடியாக எண்களைச் சமன்பாட்டின் மூலம் மாற்றி எழுதலாம்.

எடுத்துக்காட்டு

எண் $EB4A_{16}$-ஐ பத்தடி எண்ணாக மாற்றுக.

தீர்வு

$$
\begin{aligned}
EB4A_{16} &= d_3xr^3 + d_2xr^2 + d_1xr^1 + d_0xr^0 \\
&= 14x16^3 + 11x16^2 + 4x16^1 + 16x10^0 \\
&= 57,344 + 2,816 + 64 + 10 \\
&= 60,234_{10}
\end{aligned}
$$

1.4.4. ஈரடி எண் முறையிலிருந்து பதினாறடி எண்ணிற்கு மாற்றுதல்

எந்தவொரு தசம எண்ணையும் பதினாறடியாக மாற்ற அந்த எண்ணைத் தொடர்ந்து 16 என்ற எண்ணால் வகுக்க வேண்டும்.

எடுத்துக்காட்டு

72905_{10} எண்ணைப் பதினாறடி எண்ணாக மாற்றுக.

தீர்வு

அடுத்தடுத்து மீதிகள் பதினாறடி குறியீடு வகுத்தல்.

அடுத்தடுத்து வகுத்தல்		மீதி	பதினாறடி குறியீடு
16	72905		9
16	4556	9	C
16	284	12	C
16	17	12	1
16	1	1	1

↑

முடிவுகளை கீழிலிருந்து மேலாக எழுத வேண்டும்.

தீர்வு $11,CC9_{16}$

1.5.1. பதினாறடி கூட்டல் மற்றும் கழித்தல்

பத்தடி கூட்டலைப் போன்றதே பதினாறடி கூட்டலும் ஆகும்.

எடுத்துக்காட்டு

$1A8_{16}$ மற்றும் $67B_{16}$ எண்களை கூட்டுக.

தீர்வு

குத்துவரிசை A

$8 + B = 8 + 11_{10}$
$= 19_{10}$
$= 16 + 3$
$= 13_{16}$

குத்து வரிசைகள்

	C	B	A
	1	A	8
+	6	7	B
	8	2	3

கூடுதல் 3, Carry 1

குத்துவரிசை B

$1 + A + 7 = 1 + 10_{10} + 7$
$= 18_{10}$
$= 16 + 2$
$= 12_{10}$

கூடுதல் 2, Carry 1

குத்துவரிசை C

$1 + 1 + 6 = 8$

கூடுதல் 8, no carry

எனவே, $1A8_{16} + 67B_{16} = 8\,2\,3_{16}$

பதினாறடி கழித்தலைக் கூட்டல் அட்டவணையைப் பயன்படுத்திக் கழிக்கலாம். அட்டவணையைப் பயன்படுத்தி, இரு எண்களின் இடது முனையின் சிறிய எண்களைப் பார்த்து எழுத வேண்டும். இவ்வாறாகக் கிடைக்கை வடிவிலான சிறிய எண்ணிலிருந்து பெரிய எண் வரை இருக்கும் எண்ணிணைக் கவனிக்க வேண்டும். இறுதியில் முடிவானது மேலேயுள்ள வரிசையில் காணப்படும்.

எடுத்துக்காட்டாக, B - 8. எண் 8 இடது புறமாக அமைந்திருக்கும் இடத்தைக் கண்டுபிடிக்க வேண்டும். பிறகு கிடைக்கை வரியில் B வரும் வரை கண்டுபிடிக்க வேண்டும். பிறகு பெரிய எண்ணிற்கான குத்து வரிசையின் மேலே 3 காணப்படும். இதனைக் கழித்தல் முறைக்குப் பயன்படுத்தலாம்.

எடுத்துக்காட்டு

1273லிருந்து 3 A 8ஐ கழிக்க.

தீர்வு

```
 1 2 7 3
 - 3 A 8
 -------
   E C B
 -------
```

1.5.2. பதினாறடி எண் பெருக்கல்

பதினாறடிப் பெருக்கல் அட்டவணை 1.12-ஐப் பயன்படுத்திப் பெருக்கலாம்.

அட்டவணை 1.12: பதின்றடி எண் பெருக்கல்

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
2	0	2	4	6	8	A	C	E	10	12	14	16	18	1A	1C	1E
3	0	3	6	9	C	F	12	15	18	1B	1E	21	24	27	2A	2D
4	0	4	8	C	10	14	18	1C	20	24	28	2C	30	34	38	3C
5	0	5	A	F	14	19	1E	23	28	2D	32	37	3C	41	46	4B
6	0	6	C	12	18	1E	24	2A	30	36	3C	42	48	4E	54	5A
7	0	7	E	15	1C	23	2A	31	38	3F	46	4D	54	5B	62	69
8	0	8	10	18	20	28	30	38	40	48	50	58	60	68	70	78
9	0	9	12	1B	24	2D	36	3F	48	51	5A	63	6C	75	7E	87
A	0	A	14	1E	28	32	3C	46	50	5A	64	6E	78	82	8C	96
B	0	B	16	21	2C	37	42	4D	58	63	6E	79	84	8F	9A	A5
C	0	C	18	24	30	3C	48	54	60	6C	78	84	90	9C	A8	B4
D	0	D	1A	27	34	41	4E	5B	68	75	82	8F	9C	A9	B6	C3
E	0	E	1C	2A	38	46	54	62	70	7E	8C	9A	A8	B6	C4	D2
F	0	F	1E	2D	3C	4B	5A	69	78	87	96	A5	B4	C3	D2	E1

எடுத்துக்காட்டு

$1A3_{16}$ எண்ணுடன் பெருக்குக.
89_{16}

தீர்வு

```
      1 A 3
    × 8 9
-----------------
      E B B
    D 1 8
-----------------
    E 0 3 B
-----------------
```

1.5.3. பதினாறடி வகுத்தல்

பதினாறடி பெருக்கல் அட்டவணை 1:12-ஐப் பயன்படுத்திப் பதினாறடி வகுத்தலை முழுமையடைய செய்யலாம்.

எடுத்துக்காட்டு

$1EC87_{16}$ எண்ணை $A5_{16}$ எண்ணால் வகுக்க.

தீர்வு

```
           2 F C
      ____________
A 5  | 1 E C 8 7
       1 4 A
      ____________
         A 2 8
         9 A B
        __________
           7 D 7
           7 B C
        __________
             1 B    மீதி
        __________
```

1.6. எட்டடி எண் முறை (Octal Number System)

முன்பு மிகப்பரவலாகச் சிறிய கணினிகளில் எட்டடி எண் முறை பயன்படுத்தப்பட்டது எவ்வாறு இருப்பினும் இம்முறை பெரிய அல்லது சிறிய முறையில் பதினாறடி முறையால் விளக்கப்பட்டுள்ளது. எட்டடி எண்முறையில் எட்டுக்குறிகள் முறையே 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 ஆகும். எனவே இம்முறையில் இலக்கங்களின் நிலை மதிப்பு 8 ஆகும் (Power of 8). எட்டடி எண் முறை எண்கள் 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7. 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 30,...

நிலை மதிப்பு கீழ்க்கண்டவாறு அமையும்.

8^3	8^2	8^1	8^0	8^{-1}	8^{-2}	8^{-3}

அட்டவணை 1.11 ஈரடி, பத்தடி, பதினாறடி மற்றும் எட்டடி எண் முறைகளுக்கானது

Binary	Decimal	Hexadecimal	Octal
0	0	0	0
1	1	1	1
10	2	2	2
11	3	3	3
100	4	4	4
101	5	5	5
110	6	6	6
111	7	7	7
1000	8	8	10
1001	9	9	11
1010	10	A	12
1011	11	B	13
1100	12	C	14
1101	13	D	15
1110	14	E	16
1111	15	F	17
1 0000	16	10	20

1.6.1. ஈரடி எண்ணை எட்டடி எண்ணாக மாற்றுதல்

சுருக்கமாக மூன்று அலகிலான பிரிவுகளாகப் பிரித்து வகுக்க வேண்டிய எண்ணை வகுக்க வேண்டும். பிறகு கிடைத்த ஒவ்வொரு பிரிவையும் அதற்கான பத்தடி மதிப்பில் மாற்றி எழுத வேண்டும். இங்கு மிகவும் கவனிக்க வேண்டியது எட்டடிமான எண்ணில் அதிகபட்சமான இலக்கம் 7 ஆகும்.

எடுத்துக்காட்டு

11111011110101_2 எண்ணை எட்டடிமான எண்ணாக மாற்றுக.

தீர்வு

மூன்று எண் அலகுகளாக பிரித்தல்	11,	111,	011,	110,	101
ஒவ்வொரு பிரிவுகளின் பத்தடி மதிப்பு	3	7	3	6	5

எனவே, $11111011110101_2 = 37365_8$

1.6.1. எட்டடி எண்ணை பத்தடி எண்ணாக மாற்றுதல்

எட்டடி எண்ணை பத்தடி எண்ணாக மாற்ற கீழ்க்கண்ட வழிமுறைகளைப் பயன்படுத்த வேண்டும்.

1. மு தலில் எட்டடி எண்ணை எடுத்துக் கொள்ள வேண்டும்.
2. ஒ வ்வொரு எட்டடி எண்ணிற்குக் கீழும் அதன் நிலை மதிப்பினை எழுத வேண்டும்.
3. பின்பு ஒவ்வொரு நிலைமதிப்பினையும், அதற்குரிய எட்டடி இலக்கத்தால் பெருக்க வேண்டும்.
4. மு டிவில் பெருக்கியவற்றைக் கூட்ட வேண்டும்.

பெருக்கலைக் கூட்டி வந்த எண்ணானது தேவையான பத்தடி எண்ணாகும்.

எடுத்துக்காட்டு

எட்டடி எண் 365ஐ பத்தடி எண்ணாக மாற்று.

தீர்வு

அடி 1	3	6	5	
அடி 2	8^2	8^1	8^0	
அடி 3	3x64	6x8	5x1	
அடி 4	192	48	5	= 245

$\therefore [365]_8 = [245]_{10}$

எடுத்துக்காட்டு

23.13 என்ற எட்டடி எண்ணைப் பத்தடி எண்ணாக மாற்று

தீர்வு

அடி 1	2	3	1	3	
அடி 2	8^1	8^0	8^{-1}	8^{-2}	
அடி 3	2×8	3×1	1×1/8	3×1/64	
அடி 4	16 +	3 +	1/8 +	3/64	$=19\frac{11}{64}$

$\therefore [23.13]_8 = [19\frac{11}{64}]_{10}$

1.6.3. பத்தடி எண்ணை எட்டடி எண்ணாக மாற்றுதல்

பத்தடி எண்ணை எட்டடி எண்ணாக மாற்றுவதற்கு, கொடுக்கப்பட்ட பத்தடி எண்ணைத் திரும்பத் திரும்ப, 8ஆல் வகுக்க வேண்டும். வகுத்தலில் வரக்கூடிய மீதியின் திருப்பு வரிசை தேவையான எட்டடி எண்ணாகும்.

எடுத்துக்காட்டு

பத்தடி 175ஐ எட்டடி எண்ணாக மாற்று.

தீர்வு

8	175	
8	21	7
	2	5

$\therefore [175]_{10} = [257]_8$

எடுத்துக்காட்டு

பத்தடி எண் 99ஐ எட்டடி எண்ணாக மாற்று.

தீர்வு

8	99	
8	12	3
	1	4

$\therefore [99]_{10} = [143]_8$

1.6.4. பின்ன பத்தடி எண்ணை எட்டடி எண்ணாக மாற்றுதல்

பின்ன பத்தடி எண்ணை எட்டடி எண்களாக மாற்றுவதற்கு, பின்ன எண்ணை 8ஆல் பெருக்க வேண்டும். இதில் வருகின்ற சுமையை முழு எண் நிலையில் பதிவு செய்ய வேண்டும். இந்த முறை திரும்பத் திரும்ப செய்யப்படுகிறது. முன்னோக்குத் திசையில் எடுக்கப்படும் சுமை எட்டடி எண்ணாகும்.

எடுத்துக்காட்டு

பின்ன பத்தடி எண் 0.15ஐ பின்ன எட்டடியாக மாற்று

தீர்வு

$0.15 \times 8 = 1.20$ சுமை 1

$0.20 \times 8 = 1.60$ சுமை 1

$0.60 \times 8 = 4.80$ சுமை 4

$0.80 \times 8 = 6.40$ சுமை 6

$0.40 \times 8 = 3.20$ சுமை 3

$0.20 \times 8 = 1.60$ சுமை 1

$\therefore [0.15]_{10} = [0.114631]_8$

எடுத்துக்காட்டு

பத்தடி எண் 17.23ஐ எட்டடி எண்ணாக மாற்றுக.

தீர்வு

$$\begin{array}{c|l} 8 & 17 \\ \hline & 2 \quad\quad 1 \end{array}$$

$\therefore [17]_{10} = [21]_8$

$0.23 \times 8 = 1.84$ சுமை 1

$0.84 \times 8 = 6.72$ சுமை 6

$0.72 \times 8 = 5.76$ சுமை 5

$[0.23]_{10} = [0.165]_8$

$\therefore [17.23]_{10} = [21.165]_8$

1.6.5. எட்டடி எண்ணை ஈரடி எண்ணாக மாற்றுதல்

எட்டடி எண்ணை ஈரடி எண்ணாக மாற்ற கீழ்க்கண்ட அட்டவணை 1.12-யைப் பயன்படுத்தலாம். இது எட்டடி எண்ணிற்கும், ஈரடி எண்ணிற்கும் உள்ள தொடர்பினைக் காட்டுகிறது.

அட்டவணை 1.12

0	1	2	3	4	5	6	7
000	001	010	011	100	101	110	111

1. முதலில் எட்டடி எண்ணை எழுதிக் கொள்ள வேண்டும்.
2. ஒவ்வொரு எட்டடி இலக்கங்களுக்குக் கீழே அட்டவணைப் பயன்படுத்தி அதற்கு இணையான ஈரடி எண்ணை எழுத வேண்டும்.
3. இந்த ஈரடி இலக்கங்களை ஒரே தொகுப்பாக எழுத வேண்டும். இது எட்டடி எண்ணிற்கு இணையான ஈரடி எண்ணாகும்.

நாம் விரும்பினால் ஒவ்வொரு மூன்று ஈரடி இலக்கங்களுக்கிடையே இடைவெளி விடலாம்.

எடுத்துக்காட்டு

எட்டடி எண் 257ஐ ஈரடி எண்ணாக மாற்றுக.

தீர்வு

படி 1 : 2 5 7

படி 2 : 010 101 111

படி 3 : 010101111

$[257]_8 = [010101111]_2$

எடுத்துக்காட்டு

எட்டடி எண் 36.24ஐ ஈரடி எண்ணாக மாற்றுக

தீர்வு

படி 1 :	3	6	2	4
படி 2 :	011	110	010	100
படி 3 :	011110010100			

$\therefore [36.24]_8 = [011110010100]_2$

எடுத்துக்காட்டு

பத்தடி எண் 363ற்கு இணையான ஈரடி எண் என்ன?

தீர்வு

முதலில் எட்டடியாக மாற்றி ஈரடியாக மாற்றுக. நேரடி மாற்ற முறையில் சரிபார்க்கவும்.

8	363	
8	45	3
	5	5



$\therefore [363]_{10} = [553]_8$

5	5	3
101	101	011

$\therefore [363]_{10} = [101101011]_2$

2	363		
2	181	1	
2	90	1	
2	45	0	
2	22	1	
2	11	0	
2	5	1	
2	2	1	
	1	0	

$\therefore [363]_{10} = [101101011]_2$ என நிரூபிக்கப்படுகிறது.

1.7. ஈரடி எண்கணிதம் (Binary Arithmetic in Computers)

நாம் இதுவரையிலும் முழு எண்களைப் பற்றியும், நேர்குறியீடு எண்களைப் பற்றியே படித்து வந்துள்ளோம் இனி எதிர் குறியீடு மற்றும் பின்னம் சார்ந்த ஈரடி எண் மதிப்புகளைப் பற்றிப் படிக்கலாம்.

1.7.1. ஒன்றின் நிரப்பும் எண்கணிதம் (One's Complement Arithmetic)

நிறைய கணினிகள் இரண்டின் நிரப்பி எண்கணிதம் முறையைப் பயன்படுத்தினாலும் சிலவற்றில் ஒன்றின் நிரப்பு எண்கணிதம் பயன்படுகிறது. இக்கணித முறையில் நாம் கொடுக்கப்பட்ட வார்த்தைகளில் இருக்கும் எல்லா 1ஐயும் 0 ஆகவும், எல்லா 0ஐ 1 ஆகவும் மாற்றிக் கொள்ள வேண்டும். இவ்வாறு மாற்றப்பட்ட நிரப்பி மதிப்பு எண்கள் ஒன்றுக் கொன்று எதிர் மதிப்பை பெறுகின்றன. இந்த முறையானது மிகவும் எளிதாகப் பயன்படுத்தக்கூடிய வகையில் இருக்கிறது. எனவே கணினி

வன்பொருளில் மாற்றங்களைப் பயன்படுத்தி எல்லா அலகுகளையும் செலுத்தலாம்.

எடுத்துக்காட்டு

எண் - 13க்கான ஒன்றின் நிரப்பியைக் கண்டுபிடி.

தீர்வு

+13 = 0000 1101

-13 = 1111 0010

ஒன்றின் நிரப்பியைக் கொண்டு கூட்டல் செய்வதைக் காணலாம் முறையே (i) ஈரடி முறை போன்றே செய்யலாம். மேலும் (ii) மதிப்பு 1 அதிகமாக (Carry) இருந்தால் அதனை முடிவுடன் கூட்டிக் கொள்ள வேண்டும்.

எடுத்துக்காட்டு

நான்கு அலகுள்ள எண்கள் -3 மற்றும் -2ஐ ஒன்றின் நிரப்பி முறையில் கூட்டுக.

தீர்வு

-3 = 1100

-2 = 1101

சாதாரண கூட்டலில் 11001

Carry கூட்டலில் 1

இறுதிக் கூட்டலில் = 1010

எடுத்துக்காட்டு

எட்டு அலகு பயன்படுத்தி 3ஐ -2 உடன் ஒன்றின் நிரப்பி முறையில் கூட்டுக.

தீர்வு

+3	=	0000	0011
-2	=	1111	1101
சாதாரண கூட்டலில்		10000	- 0000
Carry கூட்டல்			1
இறுதி கூட்டல்	=	0000	0001

1.7.2. இரண்டின் நிரப்பும் எண்கணிதம் **(Two's Complement Arithmetic)**

ஈரடி எண் ஒன்றின் இரண்டின் நிரப்பு எண்கணித முறை மதிப்பைப் பெறுவதற்கு முதலில் அந்த எண்ணின் ஒற்றை நிரப்பி மதிப்பை எழுத வேண்டும். பின்பு கிடைக்கும் ஒற்றை நிரப்பியுடன் 1ஐக் கூட்ட வேண்டும். கிடைப்பது கொடுக்கப்பட்ட ஈரடி எண்ணின் இரண்டின் நிரப்பியாகும்.

2ன் நிரப்பி = 1ன் நிரப்பி + 1

உதாரணமாக, நான்கு அலகுள்ள 1010 என்ற ஈரடி எண்ணின் 2ன் நிரப்பி மதிப்பைக் காண்போம். முதலில் ஈரடி எண்ணின் 1ன் நிரப்பியாக மாற்ற 0101 என்று கிடைக்கும். பின்பு, 1ன் நிரப்பியுடன் 1ஐக் கூட்ட 0101+1 (= 0110 என கிடைக்கும்). அதாவது, 1010 என்ற ஈரடி எண்ணின் 2ன் நிரப்பி எண் 0110 ஆகும்.

கணினியில் ஆரம்ப முதல் நேர்குறி எண், எதிர்குறி எண் ஆகியன எளிதில் குறிக்கப்படும். இங்கு கூடுதலாகக் குறிக்காக (for sign) ஓர் அலகு (bit) எண்ணிற்கு முன் பயன்படுத்தப்படுகிறது. ஒரு வேளை குறிக்கான அலகு 0 (சுழி) என இருந்தால் அந்த எண் நேர்குறி எண்ணாகும் (Positive Number). அவ்வாறில்லாமல், குறிக்கான அலகு1 என இருந்தால் அந்த எண் எதிர்குறி எண் (negative Numbers). இவ்வாறாக எண்கணிதம் குறி (Sign), சம்பந்தப்படுத்தப்பட்டுக் குறிப்பிடப்படுவதால், நாம் இதனைக் குறி நிரப்பி முறை (Sign Magnitude System) என அழைக்கின்றோம். இம்முறை அட்டவணை 1.13 ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

அட்டவணை 1.13 இரண்டின் நிரப்பும் எண்கணிதம்

Decimal	*2's complement*	*Decimal*	*2,s complement*
+ 0	0,000	− 1	1,111
+ 1	0,001	− 2	1,110
+ 2	0,010	− 3	1,101
+ 3	0,011	− 4	1,100
+ 4	0,100	− 5	1,011
+ 5	0,101	− 6	1,010
+ 6	0,110	− 7	1,001
+ 7	0,111	− 8	1,000

எடுத்துக்காட்டு

000011	=	+3
100011	=	-3
001010	=	+10
101010	=	-10

இந்த முறையில் நாம் தேவையான அளவிற்கு நேர் மற்றும் எதிர்குறி எண்களைப் பெரிய அளவிற்கு மாற்றி எழுதிக்கொள்ள முடியும். இருப்பினும் இந்த எண் முறையினைப் பயன்படுத்தக் கூடியதாக இருந்தாலும் நடைமுறை சாத்தியமற்றதாக உள்ளது.

கணினியின் சிறப்பினங்களில் ஒன்றாக வார்த்தை நீள அளவை (Word Length) முன்பே தீர்மானம் செய்து வடிவமைக்கப்படும். இதற்காகக் குறிப்பிட்ட அலகுள்ள எண்கள் கொண்ட வன்பொருள் (Hardware) சேர்த்து கொடுக்கப்படுகிறது. பத்தடி முறைமை போன்றே இங்கும் பயன்படுத்தப்படுகிறது. இதற்காக இங்கு இரு இடங்கள் ஒதுக்கப்பட்டுள்ளன. எண்களைக் கீழிருந்து மேலாக முறையே 0, 1, 2, ... 9, 10, 11, ... 97, 98, 99, 0, 1, 2, ... குறிப்பாக 10ன் இலக்கத்திற்கு மேல் வந்தால் எடுத்து செல்வதை நிறுத்தி (discarded) விட்டு கூட்டல் நடைபெறும்.

```
 +31      +64
  33       73
-------  ------
  64       37
-------  ------
```

குறிப்பாகத் திரும்பவும் கவனிக்க வேண்டியது 10ன் இலக்கத்திற்கு மேல் வந்தால் எடுத்து செல்லும் மதிப்பை இழந்து விடும்.

இங்கு மட்டு (modulus) எண்கணித முறையிலும் கணக்கிடலாம். ஈரடி கூட்டல் முறையைப் பயன்படுத்தி எட்டடியான அலகுள்ள எண்களைக் கூட்டுவதைக் காண்போம்.

```
1011     1011     1010     0001
0100     0100     1101     0111
----     ----     ----     ----
1111     1111     0111     1000
----     ----     ----     ----
```

பத்தடி முறையைப் போல எட்டாவது அலகுக்க மேல் இருந்தால் நீக்கப்பட்டுவிடும்.

மட்டு எண்கணித முறையைப் பயன்படுத்தி இரண்டின் நிரப்பும் எண்கணிதத்தினையும் செய்யலாம். ஒரு எட்டு அலகுள்ள எண்ணைக் கருத்தில் கொள்வோம். எதிர் எண்களை மாற்றி குறிப்பதற்கான சமன்பாடு $2^8 - N$, இங்கு N என்பது நேர் எண்ணிற்கானது. அடுக்குறி 8 (2^8) குறிப்பிடுவது என்னவென்றால், கிடைக்கப்பெறும் முடிவுகள் எட்டு அலகிற்குமேல் இருந்தால் முடிவு 1 என்று காண்பிக்கப்படும்.

எடுத்துக்காட்டு

-5ஐ இரண்டின் நிரப்பியாக மாற்று.

தீர்வு

2^8	1 0 0 0 0	0 0 0 0
5ஆல் கழி	- 0 0 0 0	0 1 0 1
முடிவு	1 1 1 1 1	1 0 1 1

எண் 3-ன் இரண்டின் நிரப்பி

1 1 1 1 1 0 1 1

இத்தகு கொள்கைகளை எவ்வளவு அலகு நீளமுள்ள எந்த எண்ணிற்கும் பயன்படுத்தலாம். எந்த எண்ணையும் பயன்படுத்தி ஏதுவாக 2^P லிருந்து கழிக்க வேண்டும். இங்கு P என்பது வார்த்தை நீளம் (Word Length).

எடுத்துக்காட்டு

-4, -15, -17 என்ற எண்களை 12 அலகிலான இரண்டின் நிரப்பு எண்ணாக மாற்றுக.

தீர்வு

-4 = 1 0000 0000 0000 – 0100 = 1111 1111 1100

-15 = 1 0000 0000 0000 – 1111 = 1111 1111 0001

-17 = 1 0000 0000 0000 – 0100 0001 = 1111 1110 1111

எடுத்துக்காட்டு

பத்தடி எண் -16,000ஐ 16 அலகு நிரப்பியாக மாற்று.

தீர்வு

2^{16}	=	1 0000 0000 0000 0000
16,000ஐ கழி	=	0011 1110 1000 0000
		1100 0001 1000 0000

1.8. இரட்டை திட்ப எண்கள் (Double Precision Numbers)

ஒரு 16-அலகுள்ள (16-bits) கணினியில் பதிவில் +32, 767 முதல் -32, 768 எண்கள் வரை பதிக்கலாம். இதற்கு மேலுள்ள எண்களையும் பதிக்க சில ஏற்பாடுகளைச் செய்தாக வேண்டும். இத்தகு தீர்வு காண்பதற்காக இரட்டைத் திட்ப எண்முறை பயன்படுத்தப்படுகிறது. இந்த அமைப்பில் இரண்டு வெவ்வேறான எண்களைக் குறிப்பதற்குத் தனித்தனியான சேமிப்பு அமைவிடம் பயன்படுத்தப்படுகிறது. வழக்கமாகப் பயன்படுத்தப்படும் வடிவமைப்பு படம் 1.1-ல் குறிக்கப்பட்டுள்ளது.

முதல் வார்த்தை	S	உயர் - வரிசை அலகுகள்
இரண்டாம் வார்த்தை	O	கீழ் - வரிசை அலகுகள்

படம் 1.1

S என்பது குறி அலகாகும் மற்றும் O என்பது ஒரு சுழியாகும். இம்முறையில் 16 அலகுள்ள பதிவில் 31 அலகுள்ள எண்களை பிரிக்கலாம். மூன்று தெளிவான எண்களைப் பதியும் போது இம்முறையினை நேரிடையாகப் பயன்படுத்த முடியாது. இருப்பினும் மூன்று எழுத்து வடிவில் பெறப்பட்டு பதியப்படும்.

1.9. புள்ளி – மாற்று எண்கள் (Floating – Point Numbers)

பொதுவாக பத்தடி எண்களைப் பயன்படுத்தி மிகப் பெரிய மற்றும் மிகச்சிறிய எண்களை அறிவியல் குறிமாணத்துடன் எழுதலாம். இதைப் போன்றே ஈரடி எண்களை முழுக்க பகுதியாகவும், அடுக்கு குறிப்பகுதியாகவும் பிரித்து எழுதலாம். படம் 1.2-ல் கணினிக்குக் கொடுக்கும் வடிவிலான முறை காட்டப்பட்டுள்ளது.

கணினி பொறிக்கு அனுப்பப்படும் வார்த்தை இரு பாகங்களாக இருக்கும். அவையாவன, 16-அலகுள்ள முழுக்க பகுதி (mantisa மற்றும் 6-அலகுகளுள்ள ஓர் அடுக்கு குறி பகுதி (exponent Part) இருக்கும். முழுக்க பகுதியானது இரட்டை நிரப்பி வடிவில் இருக்கும்: அலகின் (bits) இடப்புற இறுதி குறிக்காக (for sign)- க்காக ஒதுக்கப்பட்டுள்ளது. ஈரடி புள்ளியானது குறி அலகிற்கு வலப்புறத்தில் இருக்கும். அடுக்குக் குறி பகுதி 6 அலகிற்கு வலப்புறத்தில் ஒதுக்கப்பட்டுள்ளது. இப்பகுதியில் 0 முதல் 63 எண்கள் வரை பதிக்கலாம். எவ்வாறாக இருப்பினும் எதிர்

அடுக்கு குறியையும் தேவைக்கு ஏற்ப பயன்படுத்தலாம். 32_{10} $(100000)_2$ என்ற எண்ணை தேவையான அடுக்கு குறிமுறையில் சேர்க்கலாம். இவ்வாறாகப் புள்ளி-மாற்று எண்களுக்கான கட்டமைப்பு ஏற்படுத்தப்பட்டுள்ளது. இம்முறை மிகுதி – 32 குறிமானமாகும்.

படம் 1.2 புள்ளி – மாற்று கட்டமைப்பு

முழு எண் பகுதி	அடுக்கு குறி
0 100100000	100011

பத்தடி அடுக்கு முறை	ஈரடி குறித்தல் முறை
-32	000000
-1	011111
0	100000
+6	100110
+31	111111

படம் 1.2 ன் அடிப்படையில்,

முழு எண் பகுதி = 0.100100000

அடுக்கு குறி பகுதி = 100011

கழிக்க 100000 = 000011

அனைத்து எண் N = $+0.1001_2 \times 2^3$

= 100.1_2

= 4.5_{10}

கணினிக்குத் தேவையான வடிவில் புள்ளி – மாற்று எண்கள் பல வகையான கட்டமைப்பு பயன்படுத்தப்படுகிறது.

கேள்விகள்:

1. எண் முறைமையை விளக்குக.
2. பத்தடி ண் 25.6ஐ ஈரடி எண்ணாக மாற்றுக.
3. ஈரடி எண் 101.1ஐப் பத்தடி எண்ணாக மாற்றுக.
4. ஈரடி எண் 10001100ஐப் பதினாரடி எண்ணாக மாற்றுக.
5. 9AF என்ற பதினாரடி எண்ணை ஈரடி எண்ணாக மாற்றுக.
6. ஈரடி வகுத்தல் முறையில் பத்தடி எண் 25ஐ எவ்வாறு ஈரடி எண்ணாய் மாற்றுவாய்?
7. எட்டடி வகுத்தல் முறையில் பத்தடி எண் 363ஐ எட்டடி எண்ணாக மாற்றுக.
8. ஈரடி எண் ஏன் பயன்படுத்தப்படுகிறது?
9. ஈரடி எண்ணின் இலக்கு மதிப்பு எவ்வாறு அமையும்?
10. எட்டடி எண்ணின் இலக்கு மதிப்பைக் குறிப்பிடும் அட்டவணையை வரைக.
11. 89 x 90 எனும் பெருக்கலை ஈரடி எண்ணாக்கிப் பெருக்கிக் காட்டவும்.
12. கீழ்க்கண்ட ஈரடி எண்ணை எட்டடி எண்ணாக மாற்றுக.
    1. 1010101
    2. 1010.101
13. எட்டடி எண்களின் பயன்கள் யாவை? எடுத்துக்காட்டுடன் விளக்குக.
14. ஈரடி பின்னங்களைப் பத்தடி பின்னங்களாக எவ்வாறு மாற்றலாம் என்பதை எடுத்துக்காட்டுடன் விவரி.
15. 1891 என்றும் பத்தடி எண்ணின் எட்டடி மற்றும் ஈரடி எண்கள் யாவை?
16. கீழ்க்கண்ட ஈரடி எண்களை எட்டடி எண்ணாக மாற்றுக.
    1. 1 01010.1
    2. 1 010.101
17. பின்வரும் பதினாரடி எண்களைப் பத்தடி மற்றும் ஈரடி எண்களாக மாற்றுக

    1. 3A 2. IF 3. 132D
18. பதினாரடி – பத்தடி எண் முறையில் 16 வரை எழுதவும். இம்முறையில் B3D எதைக் குறிக்கிறது.
19. ஈரடி இலக்க முறையில் 0.101, 0.1101 க்கு சரியான பத்தடிக் குறியீடு காண்க. பின்வரும் ஈரடி எண்களை எட்டடி எண்கள் முறையில் எழுதவும்.

    1101.0110111, 1010011.101101

இயல் - 2

முதன்மைக் குறியீடுகள் (Primary Codes)

2.1 முதன்மைக் குறிகள் (Primary Codes)

ஈரடி முறையானது டிரான்சிஸ்டர் (Transistor), உணர்த்திகள் (relays), நிலைமாற்று சாவிகள் (Switches), ஒருங்கிணைந்த மின் சுற்றுகள் (Integrated Circutis – ICs) ஆகியவற்றில் மிகவும் சிறப்பாக பயன்படுகிறது. இங்கு ஈரடி எண்கள் மற்றும் எழுத்துகளைக் கொண்டு பயன்படுத்தும் முறைகள் பற்றி விரிவாகக் காணலாம்.

2.2. நிலைமதிப்புக்கூடிய ஈரடி குறித்தொகுதி (Weighted Binary Codes)

. மதிப்பு கூடிய ஈரடி குறித்தொகுதிகளானது எண்களின் நிலை அளவு எண்முறைக் கொள்கைகள் முழுவதையும் பயன்படுத்தி ஏற்படுத்தப்பட்டவையாகும். இவை ஒவ்வொரு எண்ணும் அது அமையப்பெறும் நிலையைப் (Position) பொருத்து ஒரு குறிப்பிட்ட நிலை மதிப்படையும். எடுத்துக்காட்டாக, எண்கள் ஒவ்வொன்றும் நேர் குறித்து முறையில் 8, 4, 2 அல்லது 1 ஒரு நேரிடையான ஈரடி எண்ணாக எண்ணப்படுகிறது.

பத்தடி எண்கள் (0 முதல் 9 வரை) நான்கு அலகுகளாகப் பிரித்து பயன்படுத்தப்படுகிறது. எண்களின் வலப்புறம் எண் 1 மதிப்பு மற்ற மூன்றும் எண் நிலை எடையைக் குறிக்கும். இங்கு 8421, 2421 மற்றும் 5211 போன்ற மதிப்பு கூடிய குறிகள் பயன்படுகிறது. அட்டவணை 2.1-ல் மதிப்பு கூடிய குறிகள் காட்டப்பட்டுள்ளது.

அட்டவணை : 2.1 நிலைமதிப்புக் கூடிய ஈரடி குறித்தொகுதி

Decimal	8421	2421	5211	XS3
0	0000	0000	0000	0011
1	0001	0001	0001	0100
2	0010	0010	0011	0101
3	0011	0011	0101	0110
4	0100	0100	0111	0111
5	0101	1011	1000	1000
6	0110	1100	1010	1001
7	0111	1101	1100	1010
8	1000	1110	1110	1011
9	1001	1111	1111	1100

எடுத்துக்காட்டு

8421 குறியைப் பயன்படுத்தி 762_{10} குறிப்பிடுக.

0111	0110	0010
7	6	2

இவ்வாறாக எத்தகைய பத்தடி எண்களையும் BCD எண்களாக எழுதலாம். நேரம் 6:32:40 என்பதை இவ்வாறு ஈரடி முறையில் எழுதலாம்.

0000	0110	0011	0010	0100	0000
0	6	3	2	4	0

மற்ற குறிகளை எளிதாக வன்பொருளுக்குத் (hardware) தேவைப்படி பயன்படுத்தலாம்.

2.2.1. பிரதிபலிப்பு குறிகள் (Reflective Codes)

எண் 9ன் எதிர்மறை எண் 0, 8ன் எதிர்மறை எண் 1 என்பது போல் ஒவ்வொரு எண்ணிற்கும் பிரதிபலிப்பானாக எண்களை உருவாக்கினால் கிடைப்பது பிரதிபலிப்புக் குறிகளாகும். குறிகள் 2421, 5211 மற்றும் XS3 பிரதிபலிப்புக் குறிகளாகும். 8421 முறை பிரதிபலிப்பு குறிகள் அல்ல. 9ன் பிரதிபலிப்பு எண்களை அவசியம் கண்டுபிடித்து பிரதிபலிப்பு குறியீடுகளைப் பயன்படுத்தலாம்.

2.2.2. வரிசை குறிகள் (Sequential Codes)

தொடர்ந்து வரக்கூடிய குறி (Succeding Code) எண்ணை விட முற்படுகிற குறி (Preceding Code) 1 ஈரடி எண் கூடுதலாக இருக்கும். இம்முறையானது கணக்குகளின் தகவல்களை மாற்றுவதற்குப் பயன்படும். 8421 மற்றும் XS3 குறிகள் வரிசை குறிகள் 2421 மற்றும் 5211 வரிசை குறிகள் அல்ல.

2.2.3. BCD கூட்டல் (BCD Addition)

இரண்டு ஈரடி எண்களை 8421 BCD முறையில் கூட்டலாம். இதற்கு முதல் சிறிய குறிப்பிட்ட இலக்கத்தைக் (LSB) கூட்ட வேண்டும். வெளியீடு மீதி (Carry) ஒன்றாகவோ (1) அல்லது தவறான முடிவாகவோ இருந்தால் 6ஐ கூட்ட வேண்டும். 6(0110) பிறகு Carry மூலம் கிடைத்த எண்ணை அடுத்த பெரிய இலக்கத்துடன் கூட்ட வேண்டும்.

எடுத்துக்காட்டு

BCD (8421) குறி முறையில் 647ம் 492ம் கூட்டுக.

தீர்வு

	6 4 7	0 1 1 0	0 1 0 0	0 1 1
1				
	4 9 2	0 1 0 0	1 0 0 1	0 0 1
0				
	1 1 3 9	1 0 0 0 1	0 0 1 1	1 0 0
1				

2.3. நிலை மதிப்பு குறைத்த குறிகள் (Non Weighted Codes)

இந்த வகையான குறிகள் நிலை மதிப்பைச் சார்ந்து அமையாது ஒவ்வொரு ஈரடி எண்ணிற்கும் குறிப்பிட்ட நிலைக்கான மதிப்பு உறுதிப்படுத்தப்படாமல் எண்ணிற்குள்ளேயே இருக்கும். இரு பிரிவுகள் Excess – 3 மற்றும் Gray Code எனப் பிரிக்கப்படுகிறது.

2.3.1. மிகுதி – 3 குறியீடு (Excess – 3 Code)

XS3 என குறிப்பிடப்படுகிறது. 8421 முறையுடன் 0011(3) சேர்ப்பதால் இப்பெயர் பெறுகிறது.

0 க்காக 0000 + 0011 (or) 0011

9 க்கான 1001 = 0011 (or) 1100

எடுத்துக்காட்டு

Add 3 and 2 in XS3

-3	=	0110
-2	=	0101
Sum	=	1011
Substract	=	0011
5	=	1000

2.3.2. கிரே குறியீடு

கிரே குறியீடு என்பது எடையற்ற குறியீடு முறையாகும். இது எண் கணித செயல்பாடுகளுக்குப் பயன்படாது. ஆனால் இது உள்ளீடு, வெளியீடு கருவிகளிலும் மற்றும் ஒப்புமையிலிருந்து எண்ணிலக்க மாற்றிகளிலும் பயன்படக்கூடியது.

கிரே குறியீடு அட்டவணை 2.2-ல் கொடுக்கப்பட்டு அதனுடன் ஈரடி எண்களும் குறிப்பிடப்பட்டுள்ளன. ஒவ்வொரு கிரே எண்ணும் அதன் முன்னால் உள்ள ஒரு எண்ணுடன், ஓர் ஈரடி இலக்கம் மட்டும் வேறுபட்டிருக்கும்.

எடுத்துக்காட்டாகப் பத்தடி எண் 7லிருந்து 8க்குச் செல்ல கிரே குறியீடு எண் 0100 விலிருந்து 1100 க்கு மாறுகிறது. இந்த எண்

குறியீடுகளுக்கிடையேயான ஒரே வேறுபாடு இடது கோடி இலக்கமேயாகும்.

அடுத்த எடுத்துக்காட்டாக, பத்தடி 13 மற்றும் 14 எண்களுக்கான கிரே குறியீடு எண்கள் முறையே 1011 மற்றும் 1001 ஆகும். இந்த இரண்டு எண்களுக்கிடையேயான ஒரே வேறுபாடு வலக் கோடியிலிருந்து இரண்டாம் நிலையிலுள்ள இலக்கமாகும். எனவே கிரே குறியீடு எண்களில் ஒவ்வொரு எண்ணும், அதற்கு முன் உள்ள எண்ணுடன் ஓர் ஈரடி இலக்கம் மட்டும் வேறுபட்டிருக்கும்.

2.3.2.1. ஈரடி எண்ணிலிருந்து கிரே குறியீடு எண்ணாக மாற்றுதல்

இம்முறையில் முதல் கிரே இலக்கத்தை அப்படியே முதல் ஈரடி இலக்காகக் குறிப்பிட வேண்டும். பிறகு அடுத்தடுத்த இரு ஈரடி இலக்கங்களைக் கூட்ட கிரே எண்ணின் அடுத்த இலக்கம் கிடைக்கும். இவ்வாறு ஈரடி எண்களைக் கிரே குறியீடு எண்களாக மாற்றலாம்.

,எடுத்துக்காட்டு

ஓர் ஈரடி எண் 1100ஐ கிரே குறியீடு எண்ணாக மாற்றுதல்.

செயல் 1 : முதல் கிரே குறியீடு இலக்கமானது முதல் ஈரடி இலக்கமாகவே இருக்கும்.

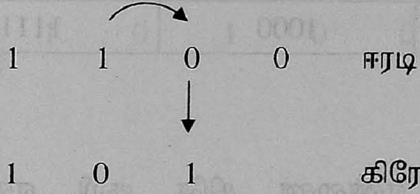
```
1   1   0   0    ஈரடி
↓
1                கிரே
```

செயல் 2 : அடுத்த ஈரடி எண்ணின் முதல் இரு துண்டுகளைக் கூட்டி வரும் சுமையை விட்டுவிட வேண்டும். இக்கூட்டலானது கிரே எண்ணின் 2வது இலக்கமாகும்.

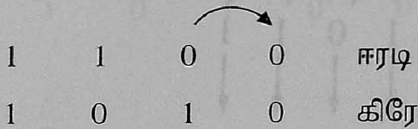
```
 ⌒→
1   1   0   0    ஈரடி
    ↓
1   0            கிரே
```

அதாவது 1 + 1 = கூட்டல் 0, சுமை 1 இதில் 0வை எழுதி சுமை 1ஐ விட்டு விட வேண்டும்.

செயல் 3 : அடுத்தடுத்த இரு ஈரடி இலக்கங்களைக் கூட்ட அடுத்த கிரே இலக்கம் கிடைக்கும்.



செயல் 4 : இறுதியாகக் கடைசி இரு ஈரடி இலக்கங்களைக் கூட்ட இறுதி கிரே இலக்கம் கிடைக்கும்.



எனவே, 1010 கிரே எண், ஈரடி எண் 1100க்குச் சமமானது

அட்டவணை 2.2

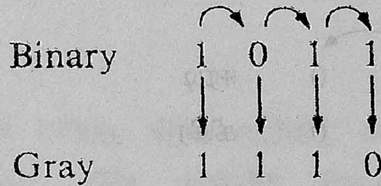
	பத்தடி எண்	கிரே குறியீடு	எண் ஈரடி எண்
1510 பத்தடி எண் வரையிலான கிரே குறியீடு எண்கள்	0	0000	0000
	1	0001	0001
	2	0011	0010
	3	0010	0011
	4	0110	0100
	5	0111	0101
	6	0101	0110
	7	0100	0111

	8	1100	1000
	9	1101	1001
	10	1111	1010
	11	1110	1011
	12	1010	1100
	13	1011	1101
	14	1001	1110
	15	1000	1111

எடுத்துக்காட்டு

1011 என்ற ஒரு ஈரடி எண்ணை கிரே குறி எண்ணாக மாற்றுக.

தீர்வு:

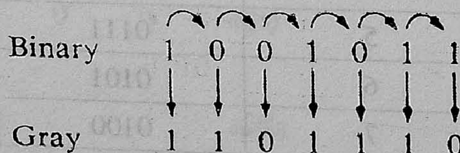


முதலில் 8-ன் அலகினைப் பதிவு செய். பிறகு 4-ன் அலகுடன் கூட்டு (1+0=1). பதிவு செய். பின்பு, 2-ன் அலகுடன் கூட்டு (0+1=1). பின்பு, 2-ன் அலகை 1-வது அலகுடன் கூட்ட வேண்டும். 1+1=10; Carry ஐ விட வேண்டும். இறுதி முடிவு 1110.

எடுத்துக்காட்டு

கிரே குறி எண் 1001011ஐ ஈரடி எண்ணாக மாற்று.

தீர்வு:



எடுத்துக்காட்டு

110 100 110 என்ற ஈரடி எண்ணைக் கிரே எண்ணாக மாற்ற, கீழேயுள்ள செயலைத் தொடர வேண்டும்.

செயல் 1 : எண்ணின் முதல் இலக்கத்தைத் திருப்பி எழுதுக.

1	1	0	1	0	0	1	1	0	ஈரடி
↓									
1									கிரே

செயல் 2 : அடுத்தடுத்த இரு ஈரடி எண் இலக்கங்களைக் கூட்டி சுமையை நீக்குக.

1	1	0	1	0	0	1	1	0	ஈரடி
1	0								கிரே

செயல் 3 : இதே போல் அடுத்தடுத்த இலக்கங்களுக்குச் செயலைத் தொடர கிரே குறியீடு எண் கிடைக்கும்.

1	1	0	1	0	0	1	1	0	ஈரடி
1	0	1	1	1	0	1	0	1	கிரே

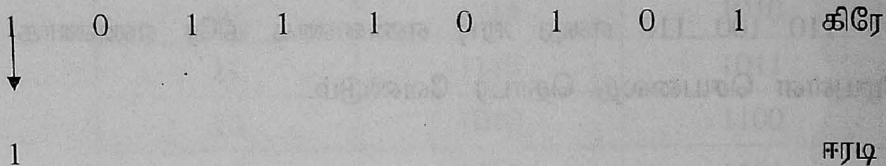
2.3.2.2. கிரே குறியீடு எண்ணை ஈரடி எண்ணாக மாற்றுதல்

கிரே குறியீடு எண்ணை ஈரடி எண்ணாக மாற்ற அதே மாதிரியான செயலைத் தொடர்ந்தாலும் சிறிது வேறுபட்டு அமைந்துள்ளது.

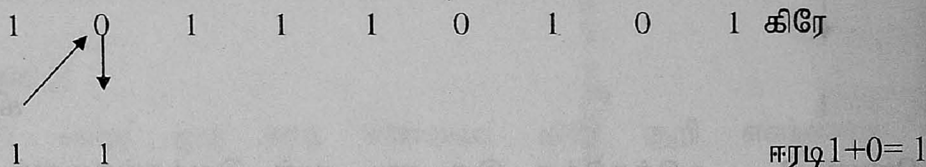
எடுத்துக்காட்டு

கிரே எண் 101110101ஐக் கருதுவோம்.

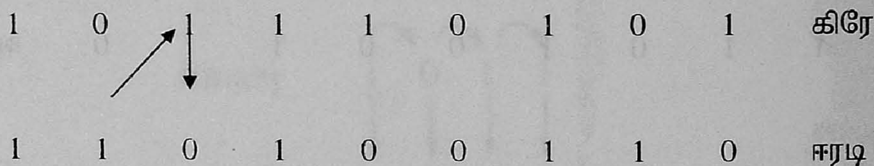
செயல் 1 : முதல் இடது கோடி இலக்கத்தைத் திரும்ப எழுதுக.



செயல் 2 : அடுத்தடுத்த மூலைவிட்ட இலக்கங்களைக் கூட்ட அடுத்த ஈரடி எண் இலக்கம் கிடைக்கும்.



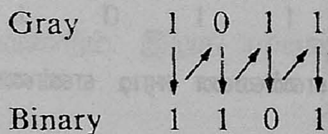
செயல் 3 : இக்கூட்டல் செயலைத் தொடர்ந்து செயல்படுத்த மீதமுள்ள ஈரடி இலக்கங்கள் கிடைக்கும்.



இவ்வாறு கிரே எண்ணை ஈரடி எண்ணாக மாற்றலாம்.

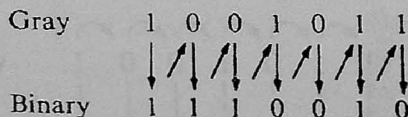
எடுத்துக்காட்டு

கிரே குறி 1011 எண்களை ஈரடியாக மாற்றுக



எடுத்துக்காட்டு

கிரே 1001011 குறியீடை ஈரடி எண்ணாக மாற்றுக.



2.4. பிழை – கண்டறியும் குறியீடுகள் (Error – Detecting Codes)

எண் இலக்க முறையில் சரியான இலக்கங்கள் அவசியம் தேவை. அவ்வாறில்லாமல் சிறிய தவறுகள் (errors) இருந்தாலும் தேவையில்லாத விளைவுகள் ஏற்படும். தவறுகளைக் கண்டுபிடிக்க பல வழிமுறைகள் பயன்பாட்டில் உள்ளது. இவற்றைப் பயன்படுத்தி ஈரடி எழுத்துக்களை எடுத்துக் கொள்ளவோ அல்லது திரும்ப மாற்றி அனுப்பவோ முடியும்.

2.4.1. இணை எண் (Parity)

மிகவும் எளிய தவறுகளைக் கண்டறிய வேறு புதிய இணை எண் (Parity) பயன்படுத்தப்படுகிறது. இது ஓர் அதிகப்படியான எண் ஆகும். இவ்வகை எண்களைக் கொண்டு ஒவ்வொரு சொற்களையும் செலுத்த முடியும். இணை எண் ஒற்றைப் படையாக (odd) இருந்தால் 1 அல்லது 0 அலகு என செலுத்திக்கு அனுப்பிவிடும்.

இங்கு 1-ன் கூடுதல் எப்பொழுதும் ஒற்றைபடையாக இருக்கும். இணை எண் மற்றும் தகவல் எண்களில் உள்ள 1 அலகுகளின் கூட்டு மதிப்பே இறுதி எண்ணாகும். இங்கு ஓர் இணை எண் அலகையும் ஏழு தகவல் அலகுகளையும் சேர்த்து எட்டு அலகு சொற்களாக ஏற்பிக்கு அனுப்பி விடுகிறது.

ஏற்பி பகுதிக்கு வந்த எட்டு அலகுள்ள சொற்களைப் பெற்று சரிபார்க்கப்படுகிறது. இங்கு வார்த்தைகளில் உள்ள 1 அலகுகளை ஆராய்ந்து எடுத்துக் கொள்ளும். ஒருவேளை கிடைக்கப்பெற்ற எண் இரட்டைப் படையாக இருந்தால், அதனைத் திருப்பி விடும். பெரும்பாலும் தவறுகள் ஓர் ஒற்றை – தலைகீழி அலகில் (Single – bit inversion) ஏற்படலாம். இதனையும் ஏற்றுக் கொள்ளும். ஆனால், தொடர்ச்சியாக ஒரே சொல்லில் இரு தவறுகள் இருப்பின், அவை கண்டுபிடிக்க முடியாமல் நிறுத்தி விடும். இரட்டைபடை இணை எண் முறை பல முறைகளில் (Systems) பயன்படுகிறது. சொற்கள் இரட்டைப்படையாக இருந்தால் இணை எண் ஒன்றாக எழுதிக் கூட்டிக் கொள்ளலாம்.

2.4.2. கூடுதலை சரிபார்த்தல் (Check Sums)

சாதாரண இணை எண்ணால் ஒரு சொல்லில் ஏற்படும் இரண்டு பிழைகள் இருப்பின் கண்டுபிடிக்க முடியாது. எடுத்துக்காட்டாக இரண்டு தனித்தனியாக அலகுகள் 10101010 அனுப்பப்பட்டும் 10011010 எனவும் பெறப்பட்டுள்ளது. இரண்டு இரட்டைப்படை இணை எண்களாகும். தவறுகள் ஏற்படவில்லை. அவ்வாறில்லாமல் தவறுகள் ஏற்படின் இரண்டு பரிமாண இணை எண்களைக் கொண்டு சரிபடுத்திக் கொள்ளலாம். முன்பு அனுப்பப்பட்ட வார்த்தையையும் பின்பு கிடைக்கும் வார்த்தைகளையும் கூட்ட வேண்டும். கிடைத்த கூடுதலைச் செலுத்தாமலேயே நிலைநிறுத்திக் கொள்ளலாம்.

எடுத்துக்காட்டாக

சொல்A	1	0	1	1	0	1	1	1
சொல்B	0	0	1	0	0	0	1	0
கூடுதல்	1	1	0	1	1	0	0	1

ஒவ்வொரு தொடர் வார்த்தைகளையும் கூட்டி முன்பிருக்கும் கூடுதலுடன் சேர்க்க வேண்டும். வெளியில் அனுப்ப வைத்திருக்கும் கூடுதலுக்கு (Sum up) "Check sum" என்று பெயர்.

செலுத்தப்பட்ட கூடுதலை ஏற்பி ஏற்று திரும்பவும் சரிபார்க்கிறது. இரு தகவலும் தவறில்லாமல் சரியாக இருக்கும். இதனை இறுதியாகக் கண்டுபிடிக்கலாம்.

தொலை தூர கணிப்புச் செயலியல் (Tele processing – TP systems) இந்த வகையான முறை பயன்படுத்தப்படுகிறது. இங்கு எல்லாவிதமான செய்திகளும் தொலைபேசி கம்பிகள் வழியாகச் செலுத்தப்படும். இம்முறையானது அட்டவணை 2.3-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

அட்டவணை 2.3

P	Data							Character
1	1	0	0	0	0	1	0	B
1	1	0	1	0	1	0	1	U
1	1	0	0	1	1	1	0	N
0	1	0	0	0	0	1	1	C
1	1	0	0	1	0	0	0	H
0	0	1	0	0	0	0	0	Space
0	1	0	0	1	1	1	1	O
0	1	0	0	0	1	1	0	F
0	0	1	0	0	0	0	0	Space
1	1	0	0	0	0	1	0	B
0	1	0	0	1	0	0	1	I
0	1	0	1	0	1	0	0	T
1	1	0	1	0	0	1	1	S
0	1	1	1	0	1	1	1	Check Sum

2.4.3 இணை எண் தகவல் குறியீடுகள் (Parity data codes)

இணை எண் குறியீடுகளை நாம் பயன்படுத்தும் எழுத்துகளுக்குள் (letters) இருக்குமாறு மிகவும் கவனமாக தேர்வு செய்கிறோம். அத்தகைய இரண்டு குறியீடுகள் அட்டவணை 2.4-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது. இந்த இரு முறையிலும் இரண்டு 1 அலகுகள் மட்டும் இருக்கும். ஒவ்வோர் எழுத்து வரும் போதும் ஏற்பி (receiver) கவனமாகத் தேர்வு செய்யும் 5 குறியீடுகள், 2 குறியீடுகள் நிலை மதிப்பு குறைந்தவையாகும். (non weighted code). இவைகள் தொலைத் தொடர்பு அமைப்பில் பயன்படுகிறது. Biquinary codes முறையானது அபாஸ்கஸ் (Abascus) முறையில் பயன்படுகிறது.

அட்டவணை 2.4

Decimal	2 Out of 5	Biquinary
0	00011	01 00001
1	00101	01 00010
2	00110	01 00100
3	01001	01 01000
4	01010	01 10000
5	01100	10 00001
6	10001	10 00010
7	10010	10 00100
8	10100	10 01000
9	11000	10 10000

2.5. தவறை சரியாக்கும் குறியீடுகள் (Errors – Correcting Codes)

தகவல் தொடர்பு சாதனங்களைச் சார்ந்த தொலைபேசி தொழிற்சாலைகளின் மிகப்பெரும் விருப்பத்தினைப் போக்க பல்வேறு குறியீடுகள் தேவைப்பட்டது. பயன்படுத்தப்பட்ட குறியீடுகளானது ஏற்படும் தவறுகளைக் கண்டுபிடிப்பது மட்டுமல்லாமல் சரி செய்யவும் பயன்படுத்தப்பட்டது. R.W.Hamming என்பவர் தவறை சரிபார்க்கும் குறியீடுகளை எளிதாக புகுத்தினார். அவர் நான்கு அலகுள்ள தகவல்கள் வெளிப்படுத்தும் சொற்களைப் பயன்படுத்தினார். அவை முறையே,

$$D_7 \quad D_6 \quad P_4 \quad D_3 \quad P_2 \quad P_1$$

இங்கு முறையே தகவல் அலகுகளை D என்ற அலகிலும், இணை அலகுகளை P என்ற அலகுகளாகவும் எடுத்துக் கொள்ளலாம். P_1 என்பது இரட்டை படை இணைகள் 1, 3, 5, மற்றும் 7 (P_1, D_3, D_5, D_7) அலகுகள் கொண்ட தொகுதி (Set) ஆகும். P_2 என்பது இரட்டை படை இணைகள் 2, 3, 6, 7 (P_2, D_3, D_6, D_7) அலகுகள் கொண்ட தொகுதி. P_4 என்பது இரட்டை படை இணைகள் 4, 5, 6, 7 (P_4, D_5, D_6, D_7) அலகுகள் கொண்ட தொகுதி.

எடுத்துக்காட்டு

1011 என்ற தகவல் அலகுகள் பரிமாறப்பட்டுள்ளது எனில், இந்தத் தகவல் கொண்ட இரட்டை படை - இணை, ஏழு – அலகு ஹாமிங் (Hamming code) குறியீடு தயாரிக்கவும்.

தீர்வு

அலகுகள் 1, 3, 5, 7 என்ற இரட்டை படை இணைஎண்களை 1 அலகு கொண்ட P_1 என்று கருதுக. அலகுகள் 2, 3, 6, 7 என்ற இரட்டைப் படை இணைஎண்களை 0 அலகு கொண்ட P_2 என்று கருதுக. மேலும் 4,5,6,7 என்ற இரட்டை படை இணைஎண்களை 0 அலகுகளைக் கொண்ட P_4 என கருதுக.

எனவே இறுதி குறியீடு

D_7	D_6	D_5	P_4	D_3	P_2	P_1
1	0	1	0	1	0	1

எடுத்துக்காட்டு

0101 அலகுள்ள தகவலை ஓர் ஏழு அலகுள்ள இரட்டை படை இணைஎண் ஹாமிங் குறியீடாகக் குறிப்பாட்டில் (Encode) அடக்குக.

தீர்வு

D_7	D_6	D_5	P_4	D_3	P_2	P_1
0	1	0	1	1	0	1

எடுத்துக்காட்டு:

ஒரு ஏழு அலகுள்ள ஹாமிங் குறியீடு 1111101 எனப்பெறப்படுகிறது. எனவே சரியான குறியீடு யாது?

தீர்வு

D_7	D_6	D_5	P_4	D_3	P_2	P_1
1	1	1	1	1	0	1

0 1 0

4, 5, 6, 7 அலகுகள் தவறு இல்லை — 0

2, 3, 6, 7 அலகுகள் தவறு உள்ளது — 1

1, 3, 5, 7 அலகுகள் தவறு இல்லை — 0

அலகுகள் 2ல் தவறு உள்ளது

மேலும் அதன் சரியான குறியீடு 1111111

ஹாமிங் குறியீடு (Hamming code) 15 அலகு குறியீடு (15 bit code) முறைக்குப் பயன்படுத்தலாம். அவை:

D_{15} D_{14} D_{13} D_{12} D_{11} D_{10} D_9 P_8 D_7 D_6 D_5 P_4 D_3 P_2 P_1

குறிப்பு: 2^n அலகு அளவிற்கு இணைஎண் அலகுகள் பயன்படுத்தப்படுகிறது. இதன் மூலம் ஹாமிங் குறியீடு எவ்வளவு நீள அலகுகளுக்கும் பயன்படுத்த முடியும் என்பது உண்மையாகிறது.

2.8. எழுத்து எண் குறியீடுகள் (Alphanumeric codes)

கணினி, அச்சுப்பொறி பிற பயன்பாட்டுக் கருவிகள் அனைத்திலும் ஆங்கில எழுத்துகள், எண்கள் கொண்டு தகவல்களாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. 0 மற்றும் 1 என்ற எண்களைக் கொண்டு பல்வேறு வகையான குறியீட்டு முறைகள் முன்பு தோன்றின. இருப்பினும், எண் எழுத்து முறையான மோரின் தந்தி முறையில் பயன்படுத்தப்படும் முறைக்கும் ஹோலரித்தினுடைய துளையிடும் அட்டை முறைக்குப் பின்பு மாற்றப்பட்டதாகும்.

எழுத்தெண் குறியீடு என்பது ஆங்கில எழுத்துக்களான A முதல் Z வரையிலான எழுத்துக்களும், பத்தடி எண்களும் மற்றும் சில குறியீடுகளையும் பயன்படுத்தும் முறையாகும். தற்காலத்தில் பெருமளவில் பயன்படுத்தப்படும் எழுத்தெண் குறியீடு என்பது

ASCII எனும் அமெரிக்கச் செய்திப் பரிமாற்றப் படித்தரக்குறியீடு ஆகும்.

தந்தி முறைத் தட்டச்சுப் பொறியில் இந்த எழுத்தெண் குறியீடு பயன்படுத்தப்படுகிறது. இதில் பயன்படும் குறியீட்டு முறை ASCII என்பதாகும்.

அட்டவணை 2.5-ல் ASCII குறியீட்டு முறை குறிப்பிடப்பட்டுள்ளது. இ்.து ஒரு 7 துண்டுக் குறியீட்டு முறையாகும். இதன் அமைப்பு $X_6X_5X_4X_3X_2X_1X_0$ ஆகும். இதில் முதல் 3 துண்டுகள் செங்குத்து வரிசையிலிருந்து எடுத்துக் கொள்ள வேண்டும். இறுதி 4 துண்டுகள் கிடைவரிசைக்கானவை. இதில் A என்ற எழுத்து கீழுள்ளவாறு தோன்றும். அது 100 0001. நாம் புரிந்து கொள்ள வேண்டுமென்பதற்காகவே இடைவெளி கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. ஆனால் உண்மையில் துண்டுகளுக்கு இடையே வெளியிடம் இருக்காது.

எனவே A = 10000001 என்றாகும்.



அட்டவணை 2.5-ல் உள்ள சில சுருக்கங்களின் விளக்கம் கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. அவை

SOM	Start of Message	செய்தியின் துவக்கம்
EOM	End of Message	செய்தியின் முடிவு
EOT	End of Transmission	பரப்புதலின் முடிவு
ERR	Error	பிழை
BELL	Audible Signal	ஒலிச்சைகை
HT	Horizontal Tabulation	கிடை அட்டவணை
V / TAB	Vertical Tabulation	நோக்குத்து அட்டவணை

இவ்வாறு ஒவ்வொரு சுருக்கத்திற்கும் ஒரு விளக்கம் குறிப்பிடப்பட்டுள்ளது.

ASCII குறியீட்டு முறையில் 25 ஆங்கில எழுத்துக்களும் பத்தடி எண் குறியீடுகளும் மற்றும் சில குறிகளும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

மற்றொரு விளக்கம்

SUB52 என்ற செய்தி எவ்வாறு ASCIIயில் தோன்றும்?

1010011 (S)
1010101 (U)
1000010 (B)
0100000 (Space) - இடைவெளி
01100101 (5)
0110010 (2) என இவ்வாறு அமையும்.

2.9. ASCII குறியீடு (ASCII Code)

உலகம் முழுவதும் பரவலாகப் பயன்படுத்தப்படும் ASCIIன் விரிவாக்கம் American Standard Code for Information Interchange. ஈரடி குறியீடுகளை எழுத்து – எண் (Alphanumeric) தகவலுடன் சேர்த்து எழுதுமளவிற்கு உருவாக்கப்பட்டுள்ளது.

மிகச்சிறிய கணினிகளுடன் இணைக்கப்படும் அச்சு பொறி (Printers) மற்றும் இடைபரிமாற்றி (Interface) இடையேயான பரிமாற்றங்களுக்கு இம்முறை பயன்படுத்தப்படுகிறது. பரிமாற்றி கணினிகளில் பயன்படும் இக்குறியீட்டு எழுத்துகள், எண்கள் ஏறுவரிசையில் உருவாக்கப்பட்டுள்ளது.

ASCII முறை எழுத்துக்களை வரிசைப்படுத்துதல் (Alphabetic) மற்றும் நெறிபடுத்துவதற்கு எளிதாக இருக்கிறது. ASCII ஐ ஆஸ்கி என உச்சரிக்கலாம். பெரும்பாலும் ASCII முறையில் ஏழு அலகு குறியீடு பயன்படுத்தப்படுகிறது. இந்த முறை அட்டவணை 2.5-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது. வழக்கமாக ஓர் எட்டாவது அலகும் சேர்க்கப்படுகிறது. அதற்கான முறைகள்

(i) எப்பொழுதும் 1 என கொள்ளும்

(ii) எப்பொழுதும் 0 என கொள்ளும்

(iii) இணை அலகாகவும் பயன்படுத்தலாம்

மற்ற எழுத்தெண் குறியீடுகளில் சில வரும் பகுதிகளில் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

2.10. தந்தி முறை குறியீடுகள் (Telegraph codes)

இம்முறை 1844 ஆம் ஆண்டு சாமுவேல் மோர்ஸ் அவர்களால் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. ஆங்கில எழுத்துக்களையும், எண்களையும் இணைத்து உருவானது எளிதான குறியீடுகள் '.' மற்றும் '_' ஆகும். இம்முறை அட்டவணை 2.6-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

அட்டவணை 2.5: அமெரிக்கச் செய்திப் பரிமாற்ற படித்தரக் குறியீடு (ASCII)

Least Significant Digit (LSD)	Most Significant Digit (Hex) 0	1	2	3	4	5	6	7
0	NUL	DLE	SP	0	@	P	`	p
1	SOH	DC1	!	1	A	Q	a	q
2	STX	DC2	"	2	B	R	b	r
3	ETX	DC3	#	3	C	S	c	s
4	EOT	DC4	$	4	D	T	d	t
5	ENQ	NAK	%	5	E	U	e	u
6	ACK	SYN	&	6	F	V	f	v
7	BEL	ETB	'	7	G	W	g	w
8	BS	CAN	(	8	H	X	h	x
9	HT	EM	)	9	I	Y	i	y
A	LF	SUB	*	:	J	Z	j	z
B	VT	ESC	+	;	K	[	k	{
C	FF	FS	,	<	L	\	l	|
D	CR	GS	–	=	M	]	m	}
E	SO	RS	.	>	N	^	n	~
F	SI	US	/	?	O	–	o	DEL

ACK	Acknowledge	FF	Form feed
BEL	Bell	FS	File Separator
BS	Backspace	GS	Group Separator
CAN	Cancel	HT	Horizontal tabulation
CR	Carriage return	LF	Line feed
DC1	Device control 1	NAK	Negative acknowledge
DC2	Device control 2	NUL	Null or all zeros
DC3	Device control 3	RS	Record Separator
DC4	Device control 4	SI	Shift in
DEL	Delete	SO	Shift out
DLE	Data link escape	SOH	Start of heading
EM	End of medium	SP	Space
ENQ	Enquiry	STX	Start of text
EOT	End of transmission	SUB	Substitute
ESC	Escape	SYN	Synchronous idle
ETB	End of transmission block	US	Unit Separator
ETX	End of text	VT	Vertical tabulation

அட்டவணை 2.6

	International	American
A	• –	• –
B	– • • •	– • • •
C	– • – •	• • •
D	– • •	– • •
E	•	•
F	• • – •	• – •
G	– – •	– – •
H	• • • •	• • • •
I	• •	• •
J	• – – –	– • – •
K	– • –	– • –
L	• – • •	——
M	– –	– –
N	– •	– •
O	– – –	• •
P	• – – •	• • • • •
Q	– – • –	• • – •
R	• – •	• • •
S	• • •	• • •
T	–	–
U	• • –	• • –
V	• • • –	• • • –
W	• – –	• – –
X	– • • –	• – • •
Y	– • – –	• • • •
Z	– – • •	• • • •

	International	American
1	• – – – –	• – – •
2	• • – – –	• • – • •
3	• • • – –	• • • – •
4	• • • • –	• • • • –
5	• • • • •	– – –
6	– • • • •	• • • • • •
7	– – • • •	– – • •
8	– – – • •	– • • • •
9	– – – – •	– • • –
0	– – – – –	——
.	• – • – • –	• • – – • •
,	– – • • – –	• – • –
:	– – • • •	– • – • •
;	– • – • – •	• • • • •
-	– • • • • –	• • • • • – • •
!	– – • • –	– – – •
'	• – – – – •	• • – • • – • •
"	• – • • – •	• • – • – •
/	– • • – •	• • – –
?	• • – – • •	– • • – •

2.11. தொலைத் தட்டச்சு குறியீடு (Tele typewritter code)

பொது மக்களுக்காகவும், இராணுவத்திலும் செய்தி பரிமாற்றத்திற்கு அலகு ஐந்து அளவு (ஐந்து – அலகு) தொலைத் தட்டச்சு பயன்படுத்தப்படுகிறது. இம்முறை படம் 2.1-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

- ? : $ 3 ' & = 8 ( ) 9 0 1 4 ' 5 7 : 2 / 6 " Upper Case

A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z Carriage Return Line Feed Letters Figures Space Blank Lower Case

1 2 Sprocket 3 4 5

படம் 2.1

எழுத்துக்கள், எண்கள் போன்றவை சேர்த்து உபயோகப்படுத்தப்படுகிறது. ஆனாலும் தற்கால தொலைத் தொடர்புக்கு ஐந்து – அளவு குறியீடு சரிவர பொருந்தாது. காரணம் எழுத்துகள் ஈரடி ஏறுவரிசையில் உருவாக்குவது கடினம்.

2.12. EBCDIC குறியீடு (EBCDIC Code)

EBCDICன் விரிவாக்கம் Extended Binary Coded Decimal Interchange Code. கணினித்துறையில் EBCDIC-யினை "எப்-சி-டிக் என உச்சரிப்பர்.

பெரிய அளவிலான கணினிகளில் எழுத்து எண் தகவல்களை பரிமாற EBCDIC முறை பயன்படுகிறது. ASCII முறை போன்று இல்லாமல் இம்முறை எழுத்துகளை நேரிடையாக ஈரடி வடிவில் தர முடியும். இக்குறியீட்டு முறையானது ஈரடி குறியீட்டு பத்தடி முறைக்கான அடிப்படையாகும். இம்முறை அட்டவணை 2.7-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

அட்டவணை 2.7

		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E
	0	NUL	DLE	DS		SP	&							{	}	\
	1	SOH	DC1	SOS				/		a	j	~		A	J	
	2	STX	DC2	FS	SYN					b	k	s		B	K	S
	3	ETX	DC3							c	l	t		C	L	T
	4	PF	RES	BYP	PN					d	m	u		D	M	U
	5	HT	NL	LF	RS					e	n	v		E	N	V
	6	LC	BS	EOB	UC					f	o	w		F	O	W
LSD	7	DEL	IL	PRE	EOT					g	p	x		G	P	X
(Hex)	8		CAN							h	q	y		H	Q	Y
	9		EM							i	r	z		I	R	Z
	A	SMM	CC	SM		¢	!	¦	:							
	B	VT				.	$	,	#							
	C	FF	IFS		DC4	<	*	%	@							
	D	CR	IGS	ENQ	NAK	(	)	–	'							
	E	SO	IRS	ACK		+	;	>	=							
	F	SI	IUS	BEL	SUB	|	¬	?	"							

இது நீட்டிக்கப்பட்ட ஈரடிக் குறியீடிட்ட பத்தடி பரிமாற்றக் குறியீடு என்பதாகும். பெரிய கணிப்பொறி அமைப்புகளில் ஆங்கில எழுத்துக்கள் மற்றும் பத்தடி எண்களைக் குறியீடு செய்ய இக்குறியீட்டு முறை பயன்படுகிறது. இதில் நேரடியாக ஈரடி தொடர் வரிசையில் எழுத்துக்கள் குறிப்பிடப்படுகின்றன

2.13. துளைக் குறியீடு (Hollerith code)

செய்திகளைக் துளையிட்ட அட்டைகளில் பதிவு செய்து பயன்படும் அமைப்பு துளைக் குறியீடு என்கிறோம். இது மிக அதிகமாகப் பயன்படுத்தப்படும் எழுத்தெண் குறியீட்டு அமைப்பாகும். இதில் 0 முதல் 9 வரையிலான எண்கள் ஒரு செங்குத்துப் பத்தியில் ஒரு துளையினால் குறிப்பிடப்பட்டிருக்கும்.

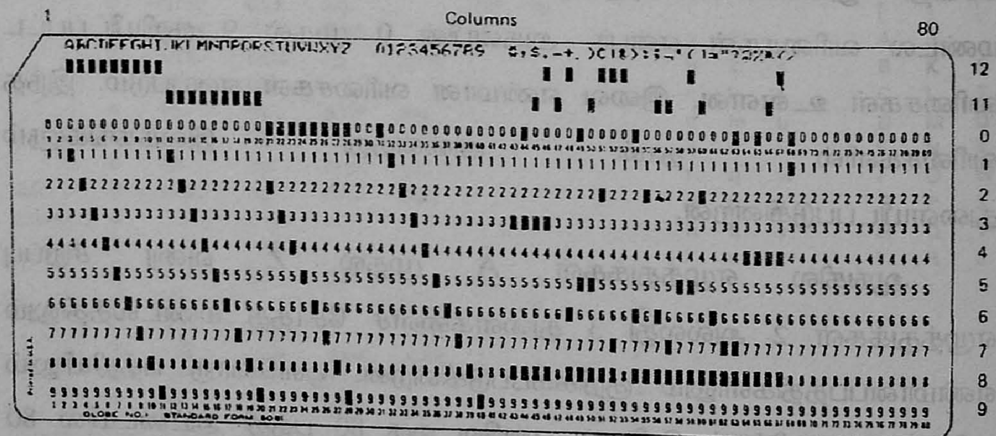
ஒரு முன் மாதிரியான துளையிடப்பட்ட அட்டையில் 80 பத்திகளும் (செங்குத்து வரிசைகளும்) 12 வரிசைகளும் (கிடை நிலை வரிசைகளும்) உள்ளன. அட்டையின் உச்சி விளம்பின் அருகே ஒவ்வொரு பத்திக்கும் நேரிணையாக உயர்நிலை மொழிச் செய்தி துளையிடப்பட்டிருக்கும். 12, 11 ஆகிய வரிசைகளை மண்டல வரிசைகள் என்பர். அதன்பின் 0 முதல் 9 குறியிடப்பட்ட வரிசைகள் உள்ளன. இவை எண்மான வரிசைகள் எனப்படும். இந்த வரிசைகளில் தான் அனைத்து இலக்கங்களும் துளையிடப்படுகின்றன.

ஆங்கில எழுத்துக்கள் A முதல் Z வரை சிறப்பு எழுத்துக்கள் 2 அல்லது 3 துளைகளைச் சேர்த்த மண்டலத்திலும் எண்மானப்பத்திகளிலும் குறிக்கப்படுகின்றன. ஒவ்வொரு பத்தியிலும் ஓரெழுத்து குறிக்கப்படுகிறது. எனவே ஒரு 80 பத்தி அட்டையில் 80 எழுத்துக்கள் அடக்கப்பட்டிருக்கும்.

இந்தத் துளையிடப்பட்ட அட்டைகளில் மறைமுக முறையில் செய்திக் குறிப்புகளைப் பதிவு செய்யலாம். பின்னர் கணிப்பொறியினுள் செலுத்தி ஓர் அட்டை எழுத்துப்படிப்பான் மூலம் படிக்கலாம். செய்திக் குறிப்புகள் கூடுதலாக உள்ள முதன்மைப் பொறி அமைவுகளில் துளை அட்டைகள் முக்கியமாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

இந்தத் துளை அட்டைகளின் ஒரு தொகுதியை அடுக்கு என்பர். இத்தகைய அடுக்கு அட்டை எழுத்துப் படிப்பானில் வைக்கப்படுகிறது. ஒளி-மின்கலங்கள் மூலமாகத் துளைகளின் நிலை உணரப்படுகிறது. இந்தச் சைகைகளுக்குக் கணிப்பொறி குறிப்பு கண்டுணர்ந்து பொது எழுத்து முறைப்படி எழுதிக் கொடுக்கும். இந்த அட்டைகளைப் பொறிகளில் இட்டு எளிதாக இரண்டாம் படிகளை எடுத்துக் கொள்ளலாம்.

துளையிடப்பட்ட அட்டை இம்முறைக்குப் பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளது. அட்டையில் 80 குத்து வரிகளும் 12 படுக்கை வரிகளையும் கொண்டிருக்கும். இந்த முறை படம் 2.2-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



படம் 2.2

கேள்விகள்:

1.முதன்மை குறிகள் பற்றி விளக்குக.

2.நிலைமதிப்புக்கூடிய ஈரடி குறித்தொகுதி என்றால் என்ன?

3.நிலை மதிப்பு குறைத்த குறிகள் என்றால் என்ன?

4.BCD என்றால் என்ன?

5.8421 குறியீடு எண்களில் பயன்படாத நான்கு துண்டு ஈரடி எண்கள் யாவை?

6.கிரே குறியீடு பற்றி விளக்குக.

7.தவறைச் சரியாக்கும் குறியீடுகள் என்றால் என்ன?

8.எழுத்தெண் குறியீடு என்றால் என்ன?

9.ASCII குறியீடு என்றால் என்ன?

10.BCD குறியீடுகள் 5421 மற்றும் 2421 முறைகளில் 0 முதல் 9 வரையிலான எண்களை எழுதுக.

11.எதிர் எடைகளைக் கொண்ட BCD குறிய ீடுகளான 8421 மற்றும் 7421 என்ற எண்களைக் கொண்ட 0 முதல் 9 வரையிலான எண்களை எழுதுக.

12.எழுத்தெண் குறியீடு பற்றிய குறிப்பு வரைக.

13.துளைக் குறியீடு பற்றி விளக்குக.

14.EBCDIC குறியீடு பற்றி விளக்குக.

15.கீழுள்ள 8421 BCD எண்களைக் குறியீடு மாற்றம் செய்க.

1. 0011 1000 1000
2. 0101 0110 0111 0001 0000 01000

16.ASCII குறியீட்டு முறையை விளக்குக. பின்வருவனவற்றை ASCII-ல் குறிக்கவும்.

1. LDA17 2. ADD26 3. JAM34

3.1. பூலியன் இயற்கணிதம் (Boolean Algebra)

ஒரு செயல் செய்யும் போது அச்செயல் சரியா? அல்லது தவறா? குறிக்கோள்கள் நல்லதா? அல்லது கெட்டதா? மரங்கள் உயரமா? அல்லது குட்டையா? மலையா? அல்லது பள்ளத்தாக்கா? இவ்வாறான வாதம் நமது சிந்தனைகளை நேரிடையாகத் தூண்டக்கூடியது. இவையனைத்தும் இரண்டு நிலையுடைய கேள்விகளேயாகும். அரிஸ்டாட்டில் (Aristotle, 384-322 BC) என்பவர் இரண்டு நிலையுடைய (two-state logic) வாதியல் கேள்விகளை கேட்பதை முறையாகக் கொண்டிருந்தார். இதன் மூலம் பல உண்மைகளைக் கொண்டு வர முடிந்தது. இவ்வாதியல் முறை (logic) கணக்கீட்டாளர்களின் உள எண்ணங்களைப் பல்வேறு வகையாகச் சிந்திக்கத் தூண்டியது.

அகஸ்டஸ் டி மார்கன் (Augustius De Morgan) என்பவர் வாதியல் மற்றும் கணக்கீடு (logic and mathematics) முறைகளை ஒரு சேர இணைத்துக் கண்டுபிடிக்க காரணமாக இருந்தார். ஜார்ஜ் பூலி (1815-1864) என்பவர் 1854 ஆண்டு ஒரு புதிய கணித முறையை உருவாக்கினார். முறையே வாதியல் குறிகள் (Symbols) வடிவில் சில செயல்கள் மூலம் கிடைக்கும் உண்மை, மதிப்பின் இறுதியில் கிடைக்கும் சரியான குறிகளைச் சரிபார்த்த பின் செயல் செய்வதேயாகும். கிளாட் E. சணான் (Claude E. Shanon, 1938) என்பவர் வாதியல் உணர்த்தி கணக்குகள் (relay logic problems) பிரிவில் ஆராய்ச்சி இதழ்களை வெளியிட்டார். அதுவரை, பூலியன் இயற்கணிதம் தொழில் துறைக்குப் பயன்படவில்லை. சணான் அவர்களின் எண்ணங்களின் தொடர்ச்சியாக, பூலியன் இயற்கணிதம் அவர்தம் பெயரிலேயே வழங்கப்படுகிறது. இது கணிப்பொறி கருவிகளைச் செயல்படுத்தப் பயன்படுகிறது. இதன் விதிகள் எளிமையானவை, வேகமானவை மற்றும் மிகச் சரியானவை.

சிக்கலான வாதியல் சமன்பாடுகளை எளிமையான முறையில் தீர்க்க இந்த இயற்கணிதம் பயன்படுகிறது.

3.1.1. பூலியன் இயற்கணித விதிகள் (Laws of Boolean Algebra)

முன்பு குறிப்பிட்டதுபோல் பூலியன் இயற்கணிதம் வாதியலை அடிப்படையாகக் கொண்ட கணித அமைப்பாகும். இதற்கான சில அடிப்படை விதிகள் உள்ளன. சில விதிகள் சாதாரண இயற்கணித விதிகள் போன்றதாகும். பல விதிகள் மாறுபட்டதாகும். இவ்வகையான இயற்கணிதத்தில் பின்னமும், எதிர்குறி கொண்ட எண்ணும் கிடையாது.

1) மாற்று விதி (Commutative Law)

$$A + B = B + A \qquad (1)$$

$$A \cdot B = B \cdot A \qquad (2)$$

வாதியல் இயக்கி (logical operator) எவ்வரிசையில் அமைந்திருப்பினும், விடை ஒன்றேயாகும். இங்கு வாதியல் இயக்கிகளின் வரிசை முக்கியமல்ல என்பது தெரிகிறது.

2) சேர்ப்பு விதி (Associative law)

$$A + (B + C) = (A + B) + C \qquad (3)$$

$$(A + B) + (C + D) = A + B + C + D \qquad (4)$$

$$A \cdot (B \cdot C) = (A \cdot B) \cdot C \qquad (5)$$

3) பரவல் விதி (Distributive law)

$$A (B + C) = AB + BC \qquad (6)$$

$$(A + BC) = (A + B) (A + C) \qquad (7)$$

$$A + \overline{A}B = (A + B) \qquad (8)$$

4) அல்லதிணை விதிகள் (OR laws)

$$A + 0 = A \qquad (9)$$

$A = 0$ எனின் $0 + 0 = 0$

$A = 1$ எனின் $1 + 0 = 1$

$$A + A = A \qquad (10)$$

$A = 1$ எனின் $1 + 1 = 1$

$A = 0$ எனின் $0 + 0 = 0$

$$A + 1 = 1 \qquad (11)$$

$A = 0$ எனின் $0 + 1 = 1$

$A = 1$ எனின் $1 + 1 = 1$

$$A + \overline{A} = 1 \qquad (12)$$

$A = 0$ எனின் $\overline{A} = 1 \qquad 0 + 1 = 1$

$A = 1$ எனின் $\overline{A} = 0 \qquad 1 + 0 = 1$

5) உம்மிணை விதிகள் (AND Laws)

$$A \,.\, 1 = A \qquad (13)$$

$A = 0$ எனின் $0.1 = 0$

$A = 1$ எனின் $1.1 = 1$

$$A.\, 0 = 0 \qquad (14)$$

$A = 0$ எனின் $0.0 = 0$

$A = 1$ எனின் $1.0 = 0$

$$A.A = A \qquad (15)$$

$A = 0$ எனின் $0.0 = 0$

$A = 1$ எனின் $1.1 = 1$

$$A.\, \overline{A} = 0 \qquad (16)$$

$A = 0$ எனின் $0.\overline{0} = 0.1 = 0$

$A = 1$ எனின் $1.\overline{1} = 1.0 = 0$

புதிய சமன்பாடுகள்	சிறப்புத் தேற்றங்கள் (Special theorems)
$A + 0 = A$	$A + AB = A$
$A + 1 = 1$	$(A + B)(A + C) = A + BC$
$A.\, 0 = 0$	$A (A+B) = A$
$A.\, 1 = A$	$A + \overline{A}B = A + B$
$A + A = A$	$A (\overline{A} + B) = AB$
$A + \overline{A} = 1$	$(A + B)(\overline{A} + C) = AC + \overline{A}B$
$A.\, A = 0$	$AB + \overline{A}C = (A + C)(\overline{A} + B)$
$\overline{\overline{A}} = A$	

3.2. டீ மார்கன் தேற்றம் (De Morgan's Theorem)

மிகச் சிறந்த டீ மார்கன் தேற்றத்தினை பூலியன் இயற்கணிதத்தில் பயன்படுத்தப்படுகிறது. டீ மார்கன் தேற்றங்கள் இருபிரிவுகளாகப் பிரிக்கப்படுகிறது. அதனை இங்கே காண்போம்.

1) டீ மார்கன் முதல் தேற்றம்

$$\overline{A + B} = \overline{A}.\,\overline{B}$$

இதனைக் கீழ்க்கண்டவாறு வரையறுக்கலாம். கூட்டலின் மாற்று, மாற்றுகளின் பெருக்கலுக்குச் சமமாகும் (complement of sum equals the products of complements)

நிருபணம்: $\overline{A+B}=\overline{A}.\overline{B}$ என்பதை, A, B ஆகியவற்றிற்கு முடிந்த எல்லா மதிப்புகளையும் கொடுத்து இடப்பக்கமும், வலப்பக்கமும் சம மதிப்புகள் பெறுகின்றன எனக் காட்டி நிருபிக்கலாம். இது படம் 3.1-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

(1) A = 0, B = 0

இடது : $\overline{A+B}=\overline{0+0}=\overline{0}=1$

வலது : $\overline{A}.\overline{B}=\overline{0}.\overline{0}=1.1=1$

(2) A = 0, B = 1

இடது : $\overline{A+B}=\overline{0+1}=\overline{1}=0$

வலது : $\overline{A}.\overline{B}=\overline{0}.\overline{1}=1.0=0$

(3) A = 1, B = 0

இடது : $\overline{A+B}=\overline{1+0}=\overline{1}=0$

வடது : $\overline{A}.\overline{B}=\overline{1}.\overline{0}=0.1=0$

(4) A = 1, B = 1

இடது : $\overline{A+B}=\overline{1+1}=\overline{1}=0$

வடது : $\overline{A}.\overline{B}=\overline{1}.\overline{1}=0.0=0$

A, B ஆகியவற்றின் வேறு மதிப்புகள் தரமுடியாது. எனவே டீ மார்கன் முதல் தேற்றம் நிருபிக்கப்படுகிறது. இந்த நிருபணத்தை மெய் அட்டவணையில் காட்டலாம்.

அட்டவணை 3.1

உள்வரை		வெளியீடு
A	B	$\overline{A+B}$
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

அட்டவணை 3.2

உள்வரை		வெளியீடு
A	B	$\overline{A}.\overline{B}$
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

இந்த நிருபணத்தை அட்டவணை 3.1 மற்றும் 3.2-ல் ஒவ்வொரு மதிப்புகட்கும் $\overline{A+B}$ ன் மதிப்பு $\overline{A}.\overline{B}$ ன் மதிப்பிற்குச் சமமாக உள்ளது எனக் காட்டுகிறது. எனவே இரு கோவைகளும் இணையானது.

(2) டி மார்கன் இரண்டாம் தேற்றம்

$$\overline{A.B} = \overline{A} + \overline{B}$$

இந்தத் தேற்றத்தைக் கீழ்க்கண்டவாறு வரையறுக்கலாம். பெருக்கலின் மாற்று, மாற்றுக் கூட்டலுக்குச் சமமாகும் (complement of a product equals the sum of the complements)

நிரூபணம்:

$\overline{A.B} = \overline{A} + \overline{B}$

(1) A = 0, B = 0

இடது : $\overline{A.B} = \overline{0.0} = \overline{0} = 1$

வடது : $\overline{A} + \overline{B} = \overline{0} + \overline{0} = 1 + 1 = 1$

(2) A = 0, B = 1

இடது : $\overline{A.B} = \overline{0.1} = \overline{0} = 1$

வடது : $\overline{A} + \overline{B} = \overline{0} + \overline{1} = 1 + 0 = 1$

(3) A = 1, B = 0

இடது : $\overline{A.B} = \overline{1.0} = \overline{0} = 1$

வடது : $\overline{A} + \overline{B} = \overline{1} + \overline{0} = 0 + 1 = 1$

(4) A = 1, B = 0

இடது : $\overline{A.B} = \overline{1.1} = \overline{1} = 0$

வடது : $\overline{A} + \overline{B} = \overline{1} + \overline{1} = 0 + 0 = 0$

A, B ஆகியவற்றிற்கு மேலும் அதிகப்படியான மதிப்புகள் கொடுக்கமுடியாது. இவ்வாறு டி மார்கன் இரண்டாம் தேற்றம் நிரூபிக்கப்படுகிறது. இந்த நிரூபணத்தை மெய் அட்டவணை 3.3 மற்றும் அட்டவணை 3.4 –ல் காணலாம்.

அட்டவணை 3.3

உள்வரை		வெளியீடு
A	B	$\overline{A.B}$
c	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

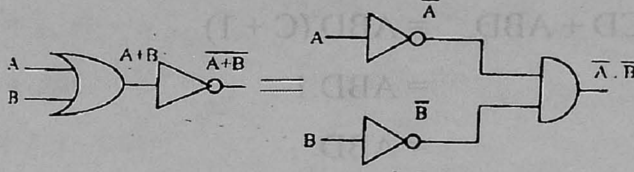
அட்டவணை 3.4

உள்வரை		வெளியீடு
A	B	$\overline{A}+\overline{B}$
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

மேற்கண்ட அட்டவணைகளிலிருந்து ஒவ்வொரு மதிப்புக்கும் $\overline{A.B}$ ன் மதிப்பு $\overline{A+B}$ ன் மதிப்பிற்குச் சமமாக உள்ளது என்பது

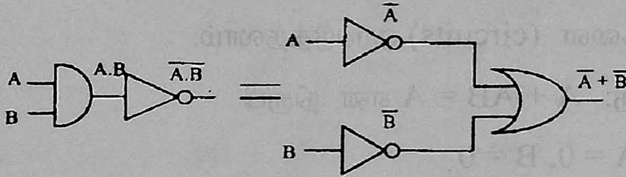
தெரிகிறது. ஆகவே இரு கோவைகளும் இணையாகும். இது படம் 3.2-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

தேற்றம் - 1



படம் 3.1

தேற்றம் - 2



படம் 3.2

3.3. பூலியன் கோவைகளைச் சுருக்குதல் (Reducing Boolean Expressions)

வன்பொருள் (hardware) தயாரிப்பில், தயாரிப்பாளர்கள் முடிந்தவரை இயக்கிகளைப் (operators) பயன்படுத்தி கோவைகளை சுருக்குகின்றனர். பூலியன் கோவைகளைக் கொண்டு சுருக்கி எளிய முறையில் கணிப்பொறிகளைச் செம்மையாக பயன்படுத்தலாம்.

இங்கு கீழ்காணும் செயல்களைப் பயன்படுத்தலாம்.

(அ) மாறிகளை (variables) முதலில் பெருக்கி (multiple) அடைப்பு குறிகளை (parentheses) நீக்கலாம்.

(ஆ) ஒரே நிகரான எண்களைப் பார்க்க வேண்டும்.

(இ) ஒத்த மாறிகளைச் சரி செய்து (நேர் மற்றும் நேர்மாறி) தேவையற்ற எண்களை நீக்க வேண்டும்.

$A\bar{A}C = 0.C$

$= 0$

(ஈ) ஒத்த வகையான மாறிகள் இருந்தால் ஒன்றை எடுத்துக் கொண்டு மற்றதை விட்டு விடலாம்.

$ABCD + ABD = ABD\,(C + 1)$

$= ABD.1$

$= ABD$

ஒரு மாறியும் அதன் எதிர்மாறியும் இருந்தால் அதனை நீக்கி சுருக்க வேண்டும்.

$ABCD + A\bar{B}CD = ACD\,(B + \bar{B})$

$= ACD\ .\ 1$

$= ACD$

இவ்வாறாகச் சுருக்குமுறை வெகுவாகப் பயன்படுத்தப்பட்டு எளிய சுற்றுகளை (circuits) ஏற்படுத்தலாம்.

எடுத்துக்காட்டு: $A + AB = A$ என நிரூபி

(1) $A = 0, B = 0$

$A + AB = A$

$0 + 0.0 = 0$

$0 + 0 = 0$

$0 = 0$

(2) $A = 0, B = 1$

$A + AB = A$

$0 + 0.1 = 0$

$0 + 0 = 0$

$0 = 0$

(3) $A = 1, B = 0$

$A + AB = A$

$1 + 1.0 \;\; = 1$

$1 + 0 \;\; = 0$

$1 \;\; = 1$

(4) $A = 1, B = 1$

$A + AB \;\; = A$

$1 + 1.1 \;\; = 1$

$1 + 1 \;\; = 1$

$1 \;\; = 1$

எனவே $A + AB = A$ என்பது எல்லா மதிப்புகட்கும் சரிபார்க்கப்பட்டது.

எடுத்துக்காட்டு: $AC + ABC = AC$ என்ற பூலியன் கோவையை நிரூபி.

தீர்வு:

$$\begin{aligned} L.H.S &= AC + ABC = AC\,(1+B) \\ &= AC.1 \qquad (1+B = 1) \\ &= AC = R.H.S \end{aligned}$$

$$\therefore AC + ABC = AC$$

எடுத்துக்காட்டு: $(A + B)\,(A + C) = A + BC$

தீர்வு:

$$\begin{aligned} L.H.S &= (A + B)\,(A + C) \\ &= AA + AC + AB + BC \\ &= A + AC + AB + BC \qquad (\therefore A.A = A) \\ &= A + AB + AC + BC \end{aligned}$$

$$= A(1+B) + AC + BC$$

$$= A + AC + BC \qquad (\therefore 1+B = 1)$$

$$= A\,(1+C) + BC \qquad (\therefore 1+C = 1)$$

$\therefore (A + B)\,(A + C) = A + BC$

எடுத்துக்காட்டு : $AB\overline{C} + A\overline{B}\,\overline{C} + \overline{A}BC + ABC + A\overline{B}C$ என்ற கோவையைச் சுருக்குக.

தீர்வு:

$$AB\overline{C} + A\overline{B}\,\overline{C} + \overline{A}BC + ABC + \overline{A}\,\overline{B}C$$

$$= AB\overline{C} + ABC + A\overline{B}\,\overline{C} + A\overline{B}C + \overline{A}BC$$

$$= AB\,(\overline{C}+C) + A\overline{B}\,(\overline{C}+C) + \overline{A}BC$$

$$= AB + A\overline{B} + \overline{A}BC \qquad (\because \overline{C}+C=1)$$

$$= A\,(B+\overline{B}) + \overline{A}BC \qquad (\because \overline{B}+B=1)$$

$$= A + \overline{A}BC \qquad (\because A + A\overline{B} = A + B)$$

$$= A + BC$$

எடுத்துக்காட்டு:

$ABC + A\overline{B}C + AB\overline{C} = A(B+C)$ எனக் காட்டு

தீர்வு:

$$ABC + A\overline{B}C + AB\overline{C}$$

$$= AC\,(B+\overline{B}) + AB\overline{C}$$

$$= AC + AB\overline{C} \qquad (\because \overline{B}+B=1)$$

$$= A\,(C + B\overline{C})$$

$$= A\,(C+B) \qquad (\because A + A\overline{B} = A + B)$$

எடுத்துக்காட்டு

கோவையைச் சுருக்குக $AB + \overline{A} + AB$

தீர்வு:

டி மார்கன் முறைப்படி $\overline{\overline{A}+\overline{B}+\overline{A}+AB}$

குறைக்க $\overline{\overline{A}+\overline{B}+\overline{A}+AB}$

குறைக்க $\overline{\overline{A}+\overline{B}+A}$

மாற்றியமைக்க $\overline{A+\overline{A}+\overline{\overline{B}}}$

குறைக்க $\overline{1+\overline{B}}$

குறைக்க $\overline{1}$

மாற்ற 0

எடுத்துக்காட்டு

$AB + \overline{AC} + A\overline{B}C(AB + C)$ என்ற கோவையைச் சுருக்குக

தீர்வு

பெருக்க $AB+\overline{AC}+A\,A\,B\,\overline{B}\,C+A\,\overline{B}\,C\,C$

குறைக்க $AB+\overline{AC}+A\overline{B}\,C$

டி மார்கன் முறை $AB+\overline{A}+\overline{C}+A\overline{B}C$

மாற்றியமைக்க $AB+\overline{C}+\overline{A}+A\overline{B}C$

குறைக்க $AB+\overline{C}+\overline{A}+\overline{B}C$

மாற்றியமைக்க $\overline{A}+AB+\overline{C}+\overline{B}C$

குறைக்க $\overline{A}+B+\overline{C}+\overline{B}$

குறைக்க 1

எடுத்துக்காட்டு

$A\overline{B}+ABC+A(B+A\overline{B})$ கோவையைச் சுருக்குக

தீர்வு

பகுக்க	$\overline{A(\bar{\bar{B}}+B\,C)+A(B+A\,\bar{\bar{B}})}$
குறைக்க	$\overline{A(\bar{\bar{B}}+C)+A(B+A)}$
பெருக்க	$\overline{A\bar{\bar{B}}+AC+AA+AB)}$
குறைக்க	$\overline{A\bar{\bar{B}}+\ AC+A}$
டீ மார்கன் முறைப்படி	$\overline{(\bar{A}+B)\,(\bar{A}+\bar{C})+A}$
பெருக்க	$\overline{\bar{A}\bar{A}+\ \bar{A}\bar{C}+\bar{A}B+B\bar{C}+A}$
குறைக்க	$\overline{\bar{A}+\ \bar{A}\bar{C}+\bar{A}B+B\bar{C}+A}$
பகுக்க	$\overline{\bar{A}\,(1+\bar{C}+B)+B\bar{C}+A}$
குறைக்க	$\overline{\bar{A}+B\bar{C}+A}$
குறைக்க	$\bar{1}$
குறைக்க	0

3.4. செயல் ஆக்கக் கூறுகள் (Decision Making Elements)

தலைகீழ் மாற்றி (Inverter / NOT) கதவு அல்லதிணைக் கதவு (OR gate), உம்மிணைக் கதவு (AND gate) ஆகியன செயல்-ஆக்கக் கூறுகள் என அழைக்கப்படுகிறது. காரணம் இக்கதவுகளில் உள்வரும் சில சொற்களை ஏற்றுக்கொண்டு, பல சொற்களைத் தவிர்க்கின்றன. பொதுவாக கதவானது அதன் வெளிவரல் சொல் மதிப்பு நேர்மறையாக (அதிகம்-high) இருந்தால் ஏற்றுக்கொள்ளும், அவ்வாறில்லாமல் வெளிவரல் சொல் எதிர்மறையாக (குறை –low) இருந்தால் தவிர்த்துவிடும். எடுத்துக்காட்டாக உம்மிணைக் (AND) கதவு 1மதிப்பு ஒன்று அல்லது அதற்கு மேலுள்ள சொற்கள் வந்தால் ஏற்றுக் கொள்ளும்; அதேபோல் 0 மதிப்புள்ள ஒன்று அல்லது அதற்கு மேலுள்ள சொற்கள் வந்தால் தவிர்த்துவிடும்.

3.5. நேர்க்குறி மற்றும் எதிர்க்குறி வாதியல் (positive and negative logic)

இரண்டு மின்னழுத்த (voltage) அளவுகளில் மிகுந்த நேர்க்குறி மின்னழுத்தம் (1 என்க) இருந்தால் அது நேர்க்குறி வாதியல் (positive logic) அதே போல், மிகுந்த எதிர்க்குறி மின்னழுத்தம் (1 என்க) இருந்தால் அது எதிர்க்குறி வாதியல் (negative logic) என்று அழைக்கப்படுகிறது. அதைப்போல் +5V என இருந்தால் 1 எனக் குறிக்கப்படும். -5V என இருந்தால் 0 எனக்கு நீக்கப்படும். நேர்க்குறி வாதியலில் 1 என்பது 0ஐ விட மிகுந்த நேர்மதிப்புடன் இருக்கும். இன்னும் சில முறைகளில் பூமி இணைப்பினை (ground level) மதிப்பு 1 அல்லது +5V ஆக கருத வேண்டிய நிலை இருக்கும். இவ்வமைப்பை எதிர்க்குறி வாதியல் என அழைக்கலாம்.

3.6. அடிப்படை வாதியல் சுற்றுகள் (Basic logic gates)

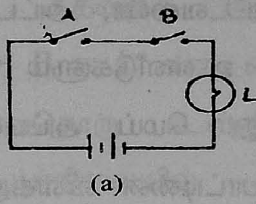
பெருக்கிகளில் டிரான்சிஸ்டர் நேர்போக்கு (linear) மின்னோட்ட, மின்னழுத்தப் பெருக்கிகளாகச் செயற்படுகிறது. இவற்றில் வெளியீடு, உள்ளீடு மாற்றத்திற்குத் தகுந்தவாறு மாறுகிறது. வேறு சில வகையான சுற்றுகளில் குறைக்கடத்திக் கருவிகள் "மூடிய" அல்லது "திறந்த" சாவிகளாகச் செயல்படுகின்றன. இவ்வகையான சுற்றுகளின் செயற்பாடு நேர்போக்கற்றதாகும். இவற்றின் செயற்பாடு "மூடிய", "திறந்த" சாவிச் செயற்பாட்டினைத் தருகிறது. திறந்து அல்லது மூடி செயற்படும் சாவியினைக் கதவு (Gate) என்றழைக்கலாம். இவ்வாறு கதவுச் சுற்றுகள் இரு நிலை எனவும் "மெய்" அல்லது "பொய்" எனவும் "ஆம்" அல்லது "இல்லை" எனவும் அழைக்கலாம். கணக்கியலில் இவ்விரு நிலைகளையும் 1, 0 எனும் இரு எண்களால் குறிக்கலாம். இவ்வாறு 1 மூடிய சாவியினையும், '0' திறந்த சாவியினையும் குறிக்கிறது.

சாவிச் செயற்பாட்டினைச் செயற்படுத்துகின்ற சுற்றினை வாதியல் சுற்று அல்லது வாதியல் கதவுகள் (logic circuit or logic gates) என்றழைக்கப்படுகிறது. ஒரு வாதியல் கதவில் எத்தனை உள்ளீடுகளையும் கொண்டிருக்கலாம். உள்ளீடு சைகைகள் ஒரு குறிப்பிட்ட நிபந்தனை கொண்டிருந்தால் மட்டுமே வெளியீடு கிடைக்கிறது. உள்ளீடு சைகைக்கான மாறுபட்ட நிபந்தனைகள் பல வகையான வாதியல் கதவுகளைத் தோற்றுவிக்கிறது. அடிப்படைத் வாதியல் கதவுகள் (1) உம்மிணைக் கதவு (2) அல்லதிணைக் கதவு (3) எதிர்மறைக் கதவு.

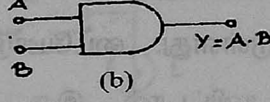
a. உம்மிணைக் கதவு (AND gate)

உம்மிணைக் கதவினை சில நேரங்களில் “எல்லாம் அல்லது ஒன்றுமே இல்” கதவு (all or nothing gate) என்பர். உம்மிணைக் கதவின் செயற்பாட்டினைப் படம் 3.1-ல் காட்டப்பட்டுள்ள சுற்றினைப் பயன்படுத்தி விளக்கலாம்.

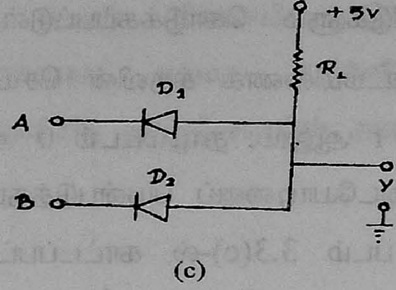
A, B என்ற இரு சாவிகள், விளக்கு, மின்கலம் ஆகியவற்றுடன் தொடராக இணைக்கப்பட்டுள்ளது. A, B என்ற இரு சாவிகளும் மூடியுள்ள நிலையில், விளக்கு எரிகிறது. ஏதாவதொரு சாவி மூடப்படாமல் இருந்தால், விளக்கு எரிவதில்லை. இவ்வாறு எல்லாச் சாவிகளும் மூடியுள்ளபோது மட்டுமே வெளியீடு கிடைக்கிறது. இவ்வாறு இந்த மின் சுற்று ஓர் உம்மிணைக் கதவிற்கு இணையாகும். கணக்கியல் வடிவில் இதனை $A.B = L$ ($L=0$ அல்லது $L=1$) என எழுதலாம். இவ்வாறு உம்மிணைக் கதவில் எல்லா உள்ளீடுகளும் உயர்வாக இருக்கும்போது மட்டுமே வெளியீடு உயர்வாக இருக்கும். ஏதாவதொரு உள்ளீடு தாழ்நிலையில் இருந்தால் வெளியீடும் தாழ்நிலையாகும்.



(a)



(b)



(c)

படம் 3.3

உம்மிணைக் கதவு சுற்றுகளில் படம் 3.3-ல் காட்டியவாறு காட்டப்படுகிறது. இங்கு A, B என்பவை உள்ளீடுகளையும் Y-என்பது வெளியீட்டினையும் குறிக்கிறது.

உள்ளீடுகள் நான்கு வகைகளில் அமையலாம்.

(1) A, B ஆகிய இரு உள்ளீடுகளும் தாழ் நிலையில் இருக்கும் போது, வெளியீடு Y தாழ் நிலையில் அமையும்.

(2) A தாழ் நிலையிலும், B உயர் நிலையிலும் உள்ளபோது, வெளியீடு Y தாழ்நிலையில் அமையும்.

(3) A உயர் நிலையிலும், B தாழ்நிலையிலும் உள்ளபோது, வெளியீடு Y தாழ்நிலையில் அமையும்.

(4) A, B ஆகிய இரு உள்ளீடுகளும் உயர் நிலையில் உள்ளபோது, வெளியீடு Y உயர் நிலையில் அமையும்.

அட்டவணை 3.5

A	B	Y = A . B
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

உம்மிணைக் கதவு மெய் அட்டவணை, அட்டவணை 3.5-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது. இதில் எல்லா உள்ளீடுகளும் அவற்றிற்கான வெளியீடுகளும் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. மெய் அட்டவணை (truth table) உம்மிணைக் கதவின் செயற்பாட்டினை விளக்குகிறது. உயர் மட்டம் 1 ஆலும், தாழ்மட்டம் 0 ஆலும் குறிப்பிடப்பட்டுள்ளது.

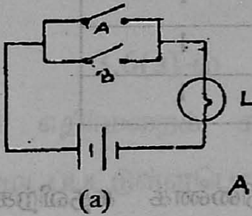
டையோடினைப் பயன்படுத்தப்பட்ட இரு உள்ளீடு உம்மிணைக் கதவு படம் 3.3(c)-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது. டையோடு சுற்றில் இரு டையோடுகட்கும் உள்ளீடு தரப்படாவிட்டால், இரு டையோடுகளும் முன்னோக்குச் சார்பு (Forward bias) பெறுகிறது. எனவே வெளியீடு சுழியாகும். A = 5 வோல்ட் (1 நிலை) B = 0 வோல்ட் எனின் D_1 மின்னோட்டம் கடத்தாது. D_2 மின்னோட்டம் கடத்தும். வெளியீடு சுழி மட்டத்தில் அமையும். A = B = 5 வோல்ட் எனின் இரு டையோடுகளும் திருப்புச் சார்பு (Reverse bias) பெறுகிறது. எனவே வெளியீடு 5 வோல்ட்டிற்கு (1 நிலை) உயர்கிறது. எனவே A, B ஆகிய இரு உள்ளீடுகள் இருக்கும்போது, வெளியீடு தோன்றுகிறது. இவ்வாறு இந்தச் சுற்று உம்மிணைக் கதவாகச் செயற்படுகிறது. பல உள்ளீடுகள் கொண்ட உம்மிணைக் கதவுகளும் அமைக்கலாம்.

b. அல்லதிணைக் கதவு (OR gate)

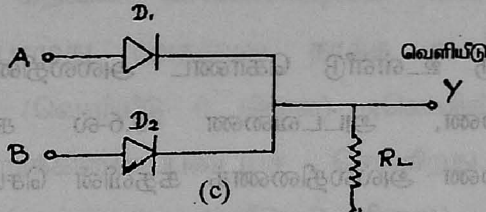
அல்லதிணைக் கதவுகள் சில நேரங்களில் "ஏதாவது அல்லது எல்லா" கதவு (any or all gate) என அழைப்பர். அல்லதிணைக் கதவு செயற்பாட்டினை படம் 3.4(a)-ல் காட்டப்பட்டுள்ள சுற்றினைக் கொண்டு விளக்கலாம்.

A, B என்ற இரு சாவிகள் இணையாக இணைக்கப்பட்டுள்ளது. இந்த இணைச் சாவிகட்கிடையே விளக்கு L ம் மின்கலமும் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. சாவி A அல்லது சாவி B அல்லது இரண்டும் மூடப்பட்டுள்ளபோது, விளக்கு L எரிகிறது. இரு சாவிகளும் திறந்திருந்தால், விளக்கு எரியாது. இவ்வாறு இந்த மின் சுற்று

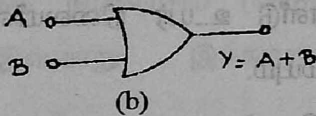
அல்லதிணைக் கதவிற்கு இணையாகும். கணக்கியல் வடிவில் இதனை A + B = L என எழுதலாம். இவ்வாறு அல்லதிணைக் கதவில் ஏதாவதொரு உள்ளீடு உயர் நிலையில் இருந்தால் வெளியீடு உயர்நிலையில் அமையும். எல்லா உள்ளீடுகளும் தாழ்நிலையில் இருக்கும்போது, வெளியீடு தாழ்நிலையில் அமையும்.



(a)



(c)



(b)

படம் 3.4

சுற்றுகளில் அல்லதிணைக் கதவு படம் 3.4-ல் காட்டப்பட்டுள்ள குறியால் காட்டப்படுகிறது. இங்கு A, B என்பவை உள்ளீடுகள். Y என்பது வெளியீடு.

உள்ளீடு நான்கு வகைகளில் கொடுக்கலாம். அவையாவன:

1) A, B ஆகிய இரு உள்ளீடுகளும் தாழ் நிலையில் உள்ளபோது, வெளியீடு Y தாழ்நிலையில் அமையும்.

2) A, தாழ் நிலையில் B உயர் நிலையிலும் உள்ளபோது, வெளியீடு Y உயர் நிலையில் அமையும்.

3) A உயர்நிலையிலும் B தாழ்நிலையிலும் உள்ளபோது, வெளியீடு Y உயர் நிலையில் அமையும்.

4) A, B ஆகிய இரு உள்ளீடுகளும் உயர் நிலையில் உள்ளபோது, வெளியீடு Y உயர்நிலையில் அமையும்.

அட்டவணை 3.6

A	B	Y = A + B
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

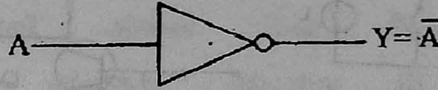
இரு உள்ளீடு கொண்ட அல்லதிணைக் கதவிற்கான மெய் அட்டவணை, அட்டவணை 3.6-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது. மெய் அட்டவணை அல்லதிணைக் கதவின் செயற்பாட்டினைத் தெளிவாக விளக்குகிறது. ஏதாவதொரு உள்ளீடு உயர் நிலையில் இருந்தால், வெளியீடு உயர் நிலையில் அமையும்.

படம் 3.4(c)-ல் டையோடு அல்லதிணைக் கதவு காட்டப்பட்டுள்ளது. இதில் D_1, D_2 என்ற இரு டையோடுகள் வெளியீடு Y முனைக்கு இணையாக இணைக்கப்பட்டுள்ளது. A = 5 வோல்ட், B = 0 வோல்ட் எனின் டையோடு D_1 மின்னோட்டம் கடத்துகிறது. எனவே வெளியீடு Y = 5 வோல்ட் ஆகும். A = 0 வோல்ட் B = 5 வோல்ட் எனின், டையோடு D_2 மின்னோட்டம் கடத்துகிறது. எனவே வெளியீடு Y = 5 வோல்ட் A = B = 0 வோல்ட் எனின், வெளியீடு இருக்கும். இவ்வாறு இந்தச் சுற்று அல்லதிணைக் கதவாகச் செயற்படுகிறது. நாம் இதேபோன்று பல உள்ளீடுகள் கொண்ட அல்லதிணைக் கதவு அமைக்கலாம்.

c. எதிர்மறைக் கதவு (The NOT gate)

இவ்வகையான கதவின் வெளியீடானது உள்ளீடு போன்று இல்லாத காரணத்தால் இதனை எதிர்மறைக் கதவு என அழைக்கப்படுகிறது. இது உள்ளீடு சைகையை தலைகீழாக திருப்புவதால், இது புரட்டி (inverter) என அழைக்கப்படுகிறது.

இதில் ஒரே ஒரு உள்ளீடும், ஒரே ஒரு வெளியீடும் மட்டும் கொண்டிருக்கும். இதன் குறியீடு படம் 3.6-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



(a) Symbol

படம் 3.5

படம் 3.6(a)-ல் காட்டப்பட்டுள்ள மின் சுற்றினைப் பயன்படுத்தி எதிர்மறைக் கதவின் செயல்பாட்டினை விளக்கலாம். சாவி A மூடப்பட்டுள்ளபொழுது (அதாவது தாக்க உள்ளீடு 1 நிலை) விளக்கு எரியாது (வெளியீடு 0 நிலை) ஏனெனில் மூடிய சாவி விளக்கினைக் குறுக்கிணைப்படையச் செய்கிறது. இதே போன்று திறந்த நிலையில் (வாத உள்ளீடு 0 நிலை), விளக்கு எரிகிறது. இவ்வாறு இச்சுற்று உள்ளீட்டின் திருப்புதலை விளக்குகிறது.

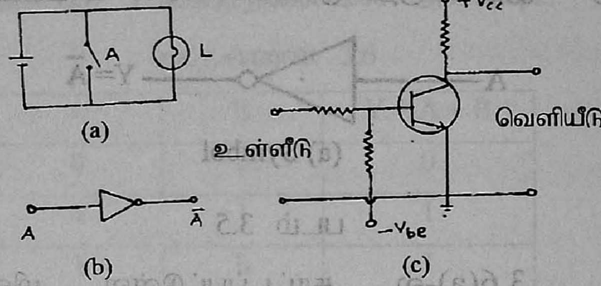
சுற்றுகளில் எதிர்மறைக் கதவு படம் 3.3(a)-ல் காட்டப்பட்டுள்ள குறியால் காட்டப்படுகிறது. இங்கு உள்ளீடு A, வெளியீடு $Y = \overline{A}$.

உள்ளீடு A = 0 ஆக இருந்தால், வெளியீடு Y = 1ஆகும். உள்ளீடு A = 1ஆக இருந்தால், வெளியீடு Y = 0. இது மெய் அட்டவணை 3.7- ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

அட்டவணை 3.7

A	$Y = \overline{A}$
0	1
1	0

படம் 3.6(c)-ல் எளிய பெருக்கிச் சுற்று காட்டப்பட்டுள்ளது. இதன் வெளியீடு உள்ளீட்டின் எதிர்கட்டத்தில் (Phase) அமையும். உள்ளீடு சைகை இல்லாத நிலையில், டிரான்சிஸ்டர் வெட்டு நிலை சார்பு பெற்றிருப்பதால், ஏற்பானில் மின்னோட்டம் இருக்காது.

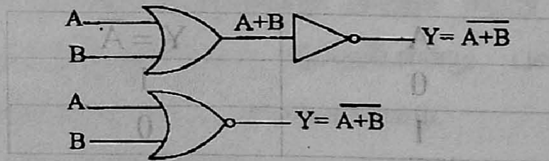


படம் 3.6

எனவே வெளியீடு அளிக்கப்படும் முழு மின்னழுத்தத்தை அடைகிறது. உள்ளிட்டிற்கு நேர் மின்னழுத்தம் கொடுக்கப்படும்போது, டிரான்சிஸ்டர் மின்னோட்டத்தைக் கடத்துகிறது. தெவிட்டல் காரணமாக ஏற்பான் மின்னழுத்தம் தாழ் மின்னழுத்த மட்டமாகிறது. இப்போது வெளியீட இருக்காது. இவ்வாறு இந்தச் சுற்று எதிர்மறைக் கதவாகச் செயற்படுகிறது.

d. எதிர்ம அல்லதிணைக் கதவு (NOR gate)

ஒரு அல்லதிணைக் கதவினை எதிர்மறைக் கதவுடன் தொடரில் இணைக்கப்படும்போது கிடைக்கின்ற கதவினை எதிர்ம அல்லதிணைக்கதவு என்பர். படம் 3.7-ல் எதிர்ம அல்லதிணைக் கதவின் வடிவமைப்பு படம் காட்டப்பட்டுள்ளது.

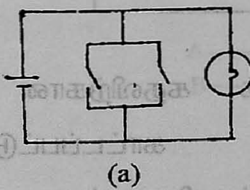


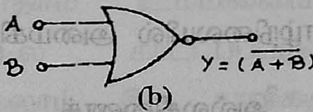
குறியீடு

படம் 3.7

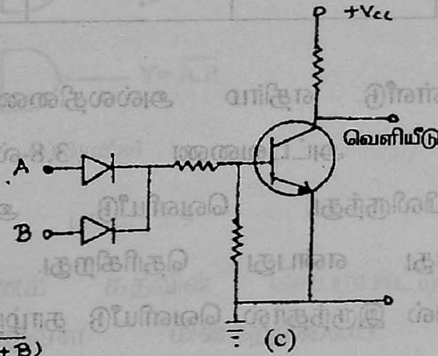
எதிர்ம அல்லதிணைக் கதவின் செயற்பாட்டினை, படம் 3.8(a)-ல் காட்டப்பட்டுள்ள சுற்றினைப் பயன்படுத்தி விளக்கலாம்.

சாவிகள் இணையாக இணைக்கப்பட்டுள்ளது. விளக்கும், மின்கலமும் படத்தில் காட்டியவாறு இணைக்கப்பட்டுள்ளது. ஏதாவதொரு சாவி நிலை 1-ல் இருந்தால் அதாவது மூடப்பட்டிருந்தால், விளக்கு எரியாது (0 நிலை) அவை திறந்திருந்தால், விளக்கு எரியும். இவ்வாறு இந்த மின்சுற்று எதிர்ம அல்லதிணைச் சுற்றிற்கு இணையாகும். கணக்கியல் வடிவில் $L = \overline{A + B}$ என்று எழுதப்படுகிறது. இவ்வாறு ஓர் எதிர்ம அல்லதிணைக் கதவில் எல்லா உள்ளீடுகளும் தாழ் நிலையில் இருந்தால், வெளியீடு உயர் நிலையில் அமைகிறது. ஏதாவதொரு உள்ளீடு உயர்நிலையில் இருந்தால், வெளியீடு தாழ் நிலையில் அமையும்.


(a)



(b)



(c)

படம் 3.8

சுற்றுகளில் எதிர்ம அல்லதிணைக் கதவு படம் 3.8(b)-ல் காட்டப்பட்டுள்ள குறியால் காட்டப்படுகிறது. முடிவில் உள்ள குமிழ், வெளியீடு புரட்டப்படுகிறது என்பதைக் காட்டுகிறது.

உள்ளீடுகள் நான்கு வகையில் கொடுக்கலாம்.

1. உள்ளீடு A,B ஆகிய இரண்டும் தாழ்நிலையில் உள்ளபோது, வெளியீடு Y உயர்நிலையில் அமையும்.

2. A தாழ்நிலையிலும், B உயர்நிலையிலும் இருக்கும்போது வெளியீடு Y தாழ் நிலையில் அமையும்.

3. A உயர்நிலையிலும், B தாழ்நிலையிலும் இருக்கும்போது வெளியீடு Y தாழ் நிலையில் அமையும்.

4. A,B ஆகிய இரண்டும் உயர்நிலையில் இருக்கும்போது, வெளியீடு Y உயர்நிலையில் அமையும்.

அட்டவணை 3.8

A	B	$Y = \overline{A + B}$
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

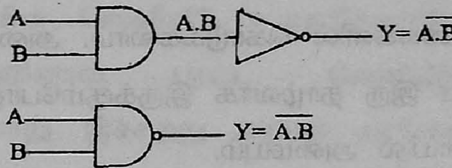
இரு உள்ளீடு எதிர்ம அல்லதிணைக் கதவிற்கான மெய் அட்டவணை, அட்டவணை 3.8-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது. அட்டவணையிலிருந்து, வெளியீடு அல்லதிணைக் கதவின் எதிரிடையானது என்பது தெரிகிறது. ஏதாவதொரு உள்ளீடு உயர்நிலையில் இருந்தால் வெளியீடு தாழ்நிலையில் அமைகிறது.

படம் 3.8(c)-ல் எதிர்ம அல்லதிணைக் கதவு காட்டப்பட்டுள்ளது. இணையாக அமைந்த இரு டையோடுகளும் அல்லதிணைக் கதவு ஆகும். இதனைத் தொடர்ந்து டிரான்சிஸ்டர் எதிர்மக் கதவு உள்ளது. உள்ளீடு எதுவும் இல்லாதபோது, அல்லதிணைக் கதவின் வெளியீடு தாழ் நிலையாகும். எதிர்மக் கதவால் இது புரட்ட, வெளியீடு உயர்நிலையில் அமைகிறது. ஏதாவதொரு உள்ளீடு உயர் நிலையிலோ அல்லது இரண்டும் உயர்நிலையிலோ இருந்தால் அல்லதிணைக் கதவின் வெளியீடு உயர் நிலையாகும். இது எதிர்மக் கதவால் புரட்ட, வெளியீடு தாழ்நிலை ஆகிறது. இவ்வாறு இந்தச் சுற்று எதிர்மறை அல்லதிணைக் கதவாகச் செயற்படுகிறது.

எதிர்ம அல்லதிணைக் கதவினை அல்லதிணை, உம்மிணை, எதிர்ம போன்ற அடிப்படை வாதியல் சுற்றுகளாகப் பயன்படுத்தலாம். எதிர்ம அல்லதிணைக் கதவினைத் தொடர்ந்து எதிர்மக் கதவு இணைத்தால், இது அல்லதிணைக் கதவாகச் செயற்படும். உள்ளீட்டில் எதிர்மக் கதவினை அமைத்தால் இது உம்மிணைக் கதவாகச் செயற்படும். உள்ளீடுகளை ஒன்றாக இணைத்தால், இது எதிர்மறைக் கதவாகச் செயற்படும்.

e. எதிர்ம உம்மிணைக் கதவு (NAND Gate)

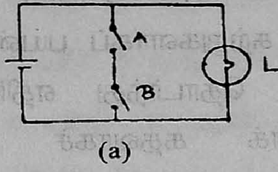
ஓர் உம்மிணைக் கதவினை எதிர்மறைக் கதவுடன் தொடராக இணைக்கும்போது, எதிர்மறை உம்மிணைக் கதவு கிடைக்கிறது. எதிர்மறை உம்மிணைக் கதவின் வடிவமைப்பு படம், படம் 3.9-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

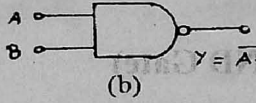


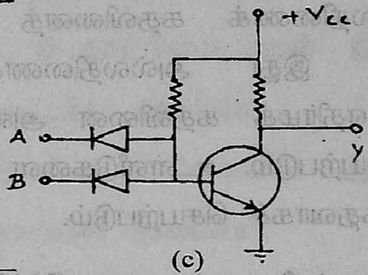
(a) Symbol

படம் 3.9

எதிர்ம உம்மிணைக் கதவின் செயற்பாட்டினை, படம் 3.10(a)-ல் காட்டப்பட்டுள்ள மின்சுற்றினைப் பயன்படுத்தி விளக்கலாம். இரு சாவிகளும் தொடராக இணைக்கப்பட்டுள்ளது. விளக்கும், மின்கலமும் படத்தில் காட்டியவாறு இணைக்கப்பட்டுள்ளது. சாவி A, B ஆகிய இரண்டும் மூடப்பட்டிருந்தால், விளக்கு எரியாது. இவ்வாறு A,B ஆகிய இரு உள்ளீடுகளும் உயர்நிலையில் இருந்தால், வெளியீடு தாழ்நிலையில் அமையும். ஏதாவதொரு சாவி திறந்திருந்தால், வெளியீடு உயர்நிலையில் அமையும். இவ்வாறு எதிர்ம உம்மிணைக் கதவில் எல்லா உள்ளீடுகளும் உயர்நிலையில் இருந்தால், வெளியீடு தாழ்நிலையில் அமையும். ஏதாவதொரு உள்ளீடு தாழ்நிலையில் இருந்தால், வெளியீடு உயர்நிலையில் அமையும்.







படம் 3.10

சுற்றுகளில் எதிர்ம உம்மிணைக் கதவு படம் 3.10(b)-ல் காட்டப்பட்டுள்ள குறியால் காட்டப்படுகிறது. இதிலுள்ள குமிழ் புரட்டலைக் காட்டுகிறது.

உள்ளீடு நான்கு வகைகளில் கொடுக்கலாம். அவையாவன:

1. A,B ஆகிய இரு தாழ்வாக இருக்கும்போது, வெளியீடு உயர்நிலையில் அமையும்.
2. A தாழ்நிலையிலும், B உயர்நிலையிலும் இருக்கும்போது வெளியீடு Y உயர் நிலையில் அமையும்.
3. A உயர்நிலையிலும், B தாழ்நிலையிலும் இருக்கும்போது வெளியீடு Y உயர் நிலையில் அமையும்.
4. A,B ஆகிய இரண்டும் உயர்நிலையில் இருக்கும்போது, வெளியீடு தாழ்நிலையில் அமையும்.

அட்டவணை 3.9

A	B	$Y = \overline{A.B}$
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

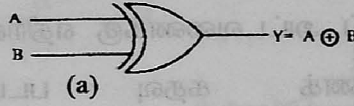
இரு உள்ளீடு எதிர்மறை உம்மிணைக் கதவிற்கான மெய் அட்டவணை, அட்டவணை 3.9-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது. இது உம்மிணைக் கதவின் மெய் அட்டவணைக்கு எதிரிடையானது.

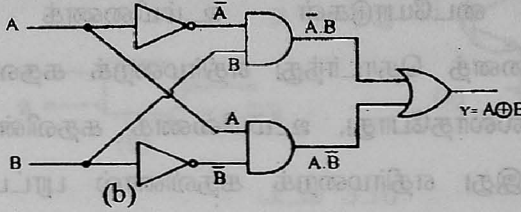
எதிர்ம உம்மிணைக் கதவு படம் 3.10(c)-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது. டையோடுகள் உம்மிணைக் கதவாகச் செயற்படுகிறது. இதனைத் தொடர்ந்து எதிர்மறைக் கதவு உள்ளது. உள்ளீடு எதுவும் இல்லாதபோது, உம்மிணைக் கதவின் வெளியீடு தாழ் நிலையாகும். இது எதிர்மறைக் கதவினால் புரட்டப்படுகிறது. ஏதாவதொரு உள்ளீடு தாழ்நிலையில் இருந்தால், உம்மிணைக் கதவின் வெளியீடு தாழ் நிலை. இதன் புரட்டு வெளியீடு உயர்நிலையாகிறது. இரு உள்ளீடுகளும் உயர்நிலையில் இருந்தால் உம்மிணைக் கதவின் வெளியீடு உயர்நிலையில் அமையும். இது எதிர்மறைக் கதவினால் புரட்ட, வெளியீடு தாழ்நிலையில் அமைகிறது. இவ்வாறு இச்சுற்று எதிர்ம அல்லதிணைக் கதவாகச் செயற்படுகிறது. எதிர்ம அல்லதிணைக் கதவினை அல்லதிணை, உம்மிணை, எதிர்மக் கதவுகளாகப் பயன்படுத்தலாம். இக்கதவினைப் **பொதுக்கதவு (universal gate)** என்பர்.

f. தவிர்க்கப்பட்ட OR வகை - அல்லதிணைக் கதவு (Exclusive-OR gate)

தவிர்க்கப்பட்ட அல்லதிணை வகை (EX-OR) கதவில் குறைந்தது இரண்டு உள்ளீடு இணைப்புகளும் மற்றும் ஒரே ஒரு வெளியீடு இணைப்பைக் கொண்டிருக்கும். தவிர்க்கப்பட்ட அல்லதிணை வகை கதவிற்குக் கொடுக்கப்படும் உள்ளீடானது A மற்றும் B என இருந்தால், அதன் வெளியீடானது $\overline{A}B + A\overline{B}$ ஆகும். அதாவது இவ்வகையான வெளியீட்டை 'A தனிவகை B' ('A exclusive B') என்று கூறலாம். இதனை $A \oplus B$ என்று சிறப்பாகக் கொள்ளலாம். தவிர்க்க அல்லதிணை வகை கதவின்

குறியீடு, வாதியல்படம் மற்றும் மெய் அட்டவணை 3.10 ஆகியவைகள் படம் 3.11-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.





A	B	Y
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

அட்டவணை

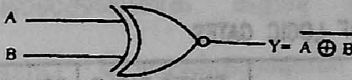
படம் 3.11 3.10

இக்கதவின் சிறப்பு என்னவென்றால் கதவிற்குக் கொடுக்கப்படும் இரண்டு உள்ளீடுகளும் ஒரே மாதிரியாக (00 அல்லது 11) என இருந்தால் அதன் வெளியீடு கீழ் (low) அல்லது 0 என இருக்கும். மாறாக இரண்டு உள்ளீடுகளும் ஒன்றுக்கொண்டு மாறுபாடாக (01 அல்லது 10) இருந்தால் அதன் வெளியீடானது உயர் (high) அல்து 1 ஆக இருக்கும்.

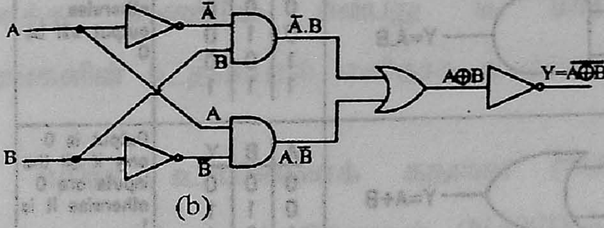
g. தவிர்க்கப்பட்ட – **NOR** வகை கதவு **(EX-NOR gate)**

EX-NOR கதவில் குறைந்தது இரண்டு உள்ளீடுகளையும் மற்றும் ஒரேயொரு வெளியீடு இணைப்புகளையும் கொண்டது. EX-NOR கதவானது EX-OR கதவினது நிரப்பு வகை (Complement) கதவு ஆகும். அதே போன்ற EX-OR கதவானது EX-NOR கதவின் நிரப்பி கதவு ஆகும்.

கதவிற்குக் கொடுக்கப்படும் உள்ளீடானது A மற்றும் B என இருந்தால் அதன் வெளியீடானது $\overline{A \oplus B}$, அதாவது $\overline{AB + AB}$ என இருக்கும். EX-NOR கதவின் குறி, வாதியல் படம் 3.13 மற்றும் மெய் அட்டவணை 3.11 -ல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.



(a)



(b)

படம் 3.12

A	B	Y
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

அட்டவணை

3.11

EX-NOR கதவிற்குக் கொடுக்கப்படும் இரண்டு உள்ளீடுகளும் ஒரே மாதிரியாக இருந்தால் (00 அல்லது 11) அதன் வெளியீடானது உயர் (1) high ஆக இருக்கும். மாறாக இரண்டு உள்ளீடுகளும் ஒன்றுக்கொன்று வித்தியாசமாக இருந்தால் (01 அல்லது 10) அதன் வெளியீடானது கீழ் (0) ஆக இருக்கும்.

h.வாதியல் கதவுகளின் தொகுப்பு (Summary of logic gates)

உம்மிணைக்கதவு, அல்லதிணைக்கதவு, எதிர்மறைக் கதவு, எதிர்ம உம்மிணைக்கதவு, எதிர்ம அல்லதிணைக்கதவு, தவிர்க்கப்பட்ட உம்மிணைக்கதவு, எதிர்ம தவிர்க்கப்பட்ட உம்மிணைக் கதவு ஆகியற்றின் தொகுப்பு கீழ்க்கண்ட அட்டவணை 3.12-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

அட்டவணை 3.12

SUMMERY OF LOGIC GATES

GATE	LOGIC DIAGRAM	TRUTH TABLE	REMARKS
AND	A, B → Y=A.B	A B Y 0 0 0 0 1 0 1 0 0 1 1 1	Output is 1 only if all the inputs are 1 otherwise output will be 0
OR	A, B → Y=A+B	A B Y 0 0 0 0 1 1 1 0 1 1 1 1	Output is 0 only if all the inputs are 0 otherwise it is 1.
NOT	A → Y	A Y 0 1 1 0	Output is 0 for input 1 and it is 1 for 0 input ie. it is complemented.
NAND	A, B → $Y=\overline{A.B}$	A B Y 0 0 1 0 1 1 1 0 1 1 1 0	Output is 0 only when all the inputs are 1 otherwise it is 1.
NOR	A, B → $Y=\overline{A+B}$	A B Y 0 0 1 0 1 0 1 0 0 1 1 0	Output is 1 when all the inputs are 0, otherwise it is 0.
XOR	A, B → $Y=A \oplus B$	A B Y 0 0 0 0 1 1 1 0 1 1 1 0	Output is 1 when number of inputs which are 1 is odd number and is 0 if it is even.
XNOR	A, B → $Y=\overline{A \oplus B}$ or $=A \odot B$	A B Y 0 0 1 0 1 0 1 0 0 1 1 1	Output is 0 when number of inputs which are 1 is even otherwise it is 1.

3.7. பொதுக்கதவுகள் (Universal Gates)

உம்மிணைக் கதவு (AND gate) எதிர்மக்கதவு (NOT gate), அல்லதிணைக் கதவு (OR gate) ஆகியவற்றின் செயல்களை எதிர்ம உம்மிணைக் கதவு (NAND gate) அல்லது எதிர்ம அல்லதிணைக் கதவு (NOR gate)ஐ மட்டுமே கொண்டு உருவாக்க முடியும்.

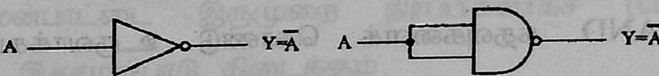
இவ்வாறாக **அடிப்படைக் கதவுகளைக்** (basic gates) கொண்டு எதிர்ம அல்லதிணைக் கதவு மற்றும் எதிர்ம உம்மிணைக்கதவு ஆகியவற்றைப் **பொதுக்கதவுகள் (Universal gates)** இவ்வாறாகச் செயல்களைச் செய்வதற்கு, பொதுக் கதவுகளை எவ்வாறு இணைக்க வேண்டும் என்பது **டி மார்கன் (De Morgan) தேற்றங்களின்** உதவியால் எளிதாக உருவாக்கப்படுகிறது.

3.7.1. எதிர்ம உம்மிணைக் கதவை (NAND gate) வாதியல் பொதுக்கதவாகப் பயன்படுத்துதல் (NAND gate as universal logic gates)

எதிர்ம உம்மிணைக் கதவினைக் கொண்டு வேறு கதவுகளின் (உம்மிணைக் கதவு, அல்லதிணைக் கதவு, எதிர்மக் கதவு, எதிர்மறை அல்லதிணைக்கதவு) வாதியல் படம் (Logic diagram) வரைவதற்கு முன்பாக, எந்தக் கதவினுடைய வாதியல் படம் வரைய வேண்டுமோ அதனுடைய உண்மையான வெளியீட்டை டி மார்கன் தேற்றங்கள் உதவியுடன் உம்மிணை பூலியன் (AND Boolean) செயலுக்கு மாற்ற வேண்டும்.

3.7.2. எதிர்ம உம்மிணைக் கதவை (NAND gate) எதிர்மக் (NOT gate) கதவாகப் பயன்படுத்துதல். (NOT gate using NAND gates)

ஒரு NOT கதவின் வெளியீடு $y = \overline{A}$ ஆகும்.



படம் 3.13

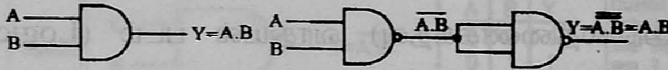
இதனை $y = \overline{A.A}$ என எழுதலாம். ஏனெனில் A+A = A ஆகும். இரண்டு உள்ளீடுகளைக் கொண்ட ஒரு NAND கதவின் இரண்டு உள்ளீடுகளையும் ஒன்றிணைந்து NOT கதவு பெறப்படுகிறது. இதன் வாதியல் படம் படம் 3.13-ல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

3.7.3. NAND கதவுகளை AND கதவாகப் பயன்படுத்துதல் (AND gate using NAND gates only)

ஒரு AND கதவின் வெளியீடு, $y = A.B$ ஆகும்.

இதனை $y = \overline{\overline{A.B}}$ என எடுத்துக் கொள்ளலாம். ஏனெனில் ஓர் எண்ணினை இருமுறை நிரப்பிகளாகப் (Complement) பயன்படுத்த, மீண்டும் அதே எண்தான் கிடைக்கும். அதாவது $\overline{\overline{A}} = A$ ஆகும்.

NAND கதவுகளை மட்டும் கொண்டு உருவாக்கப்பட்ட AND கதவின் வாதியல்படம் (Logical diagram) படம் 3.14–ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

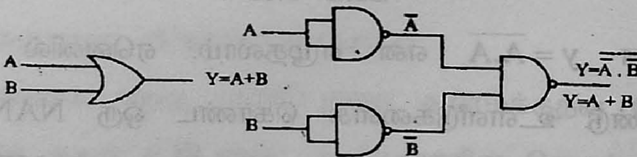


படம் 3.14

3.7.4. NAND கதவுகளை OR கதவுகளாகப் பயன்படுத்துதல் (OR Gate using only NAND gate)

ஒரு OR கதவின் வெளியீடு $y = A + B$ ஆகும்.

NAND கதவை இரண்டு முறை நிரப்பிகளாகச் (Complement) செய்தால் $y = \overline{\overline{A + B}}$ ஆகும். எனவே, $y = \overline{\overline{A}.\overline{B}}$ ஆகும். NAND கதவுகளைக் கொண்டு உருவாக்கப்பட்ட OR கதவின் வாதியல் வரைபடம் படம் 3.15-ல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.



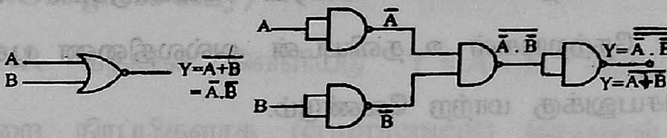
படம் 3.15

3.7.5. NAND கதவுகளை எதிர்மறை அல்லதிணைக் கதவு (NOR) கதவாகப் பயன்படுத்துதல் (NOR Gate using only NAND gate)

ஒரு NOR கதவின் வெளியீடு, $y = \overline{A + B}$ ஆகும்.

$$y = \overline{A}\,\overline{B} = \overline{\overline{\overline{A}.\overline{B}}}$$

NAND கதவுகளைக் கொண்டு உருவாக்கப்பட்ட NOR கதவுகளின் வாதியல்படம் ஆனது படம் 3.17-ல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.



படம் 3.16

3.7.6. தவிர்க்கப்பட்ட அல்லதிணைக் கதவு (EX-OR gate) NAND கதவுகளிலிருந்து உருவாக்குதல் (EX-OR gate using NAND Gates)

ஒரு EX-OR கதவின் வெளியீடு $Y = A \oplus B$ ஆகும்.

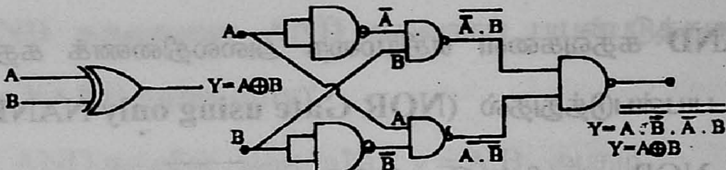
$$Y = \overline{A}B + A\overline{B}$$

இச்சமன்பாட்டை இருமுறை நிரப்பிகளாகச் (complement) செய்த பின் இச்சமன்பாடு கிடைக்கும்

$$Y = \overline{\overline{\overline{A}B + A\overline{B}}}$$

$$Y = A \oplus B$$

$\oplus$ இக்குறி தனிவகை குறியாகும். NAND கதவுகளை மட்டுமே கொண்டு உருவாக்கப்பட்ட EX-OR கதவின் வாதியல்படம் படம் 3.17–ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



படம் 3.17

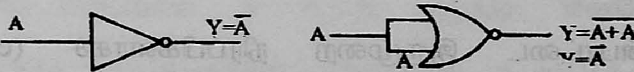
3.8. எதிர்ம அல்லதிணைக் கதவை (NOR gate) வாதியல் பொதுக் கதவாகப் பயன்படுத்துதல் (NOR gate as Universal logic gates)

எதிர்ம அல்லதிணைக் கதவினைக் கொண்டு வேறு கதவுகளின் வாதியல்படம் வரைவதற்கு முன்பாக, எந்தக் கதவினுடைய வாதியல்படம் வரைய வேண்டுமோ அதனுடைய வெளியீட்டின் தேற்றங்கள் உதவியுடன் அல்லதிணை பூலியன் (OR Boolean) செயலுக்கு மாற்ற வேண்டும்.

3.8.1. NOR கதவு எதிர்ம கதவாகப் (NOT gate) பயன்படுத்தல் (NOT gate using NOR gate)

ஒரு NOT கதவின் வெளியீடு, $Y = \overline{A}$ ஆகும்.

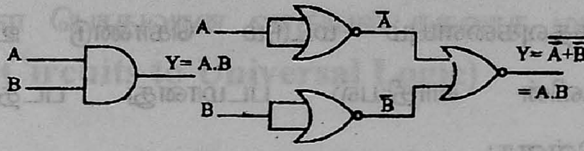
இதனை $Y = \overline{A + A}$ என வைத்துக் கொள்ளலாம். இது ஒரு OR Boolean செயலாகும். NOR கதவை மட்டும் உருவாக்கப்பட்ட NOT கதவினை வாதியல்படம் படம் 3.18–ல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.



படம் 3.18

3.8.2. NOR கதவுகளை AND கதவாகப் பயன்படுத்துதல் (AND gate using NOR gates only)

ஒரு AND கதவின் வெளியீடு $Y = A.B$ ஆகும். இதனை இரண்டு முறை நிரப்பிகளாக (complement) செய்தால் $Y = \overline{\overline{A.B}}$ என கிடைக்கும்.



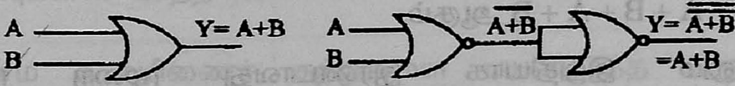
படம் 3.19

எனவே $Y = \overline{\overline{A} + \overline{B}}$ ஆகும். NOR கதவுகளை மட்டும் கொண்டு உருவாக்கப்பட்ட AND கதவின் வாதியல்படம் படம் 3.19–ல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

3.8.3. NOR கதவுகளை OR கதவுகளாகப் பயன்படுத்துதல் (OR gate using NOR gates only)

ஒரு OR கதவின் வெளியீடு $Y = A + B$ ஆகும். இதனை இரண்டு முறை நிரப்பிகளாக (complement) செய்தால் $Y = \overline{\overline{A + B}}$ என கிடைக்கும்.

NOR கதவுகளைக் கொண்டு உருவாக்கப்பட்ட OR கதவுகளின் வாதியல்படம் படம் 3.20-ல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.



படம் 3.20

3.8.4. NOR கதவுகளை NAND கதவாகப் பயன்படுத்துதல் (NAND gate using NOR gates)

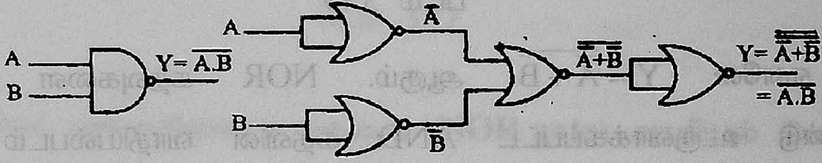
ஒரு NAND கதவின் வெளியீடு,

$Y = \overline{A.B}$ ஆகும்.

$\therefore \quad Y = \overline{A} + \overline{B}$ ஆகும்.

இதனை இரண்டு முறை நிரப்பியாகச் செய்தால் $Y = \overline{\overline{\overline{A} + \overline{B}}}$ என்று கிடைக்கும்.

NOR கதவுகளையும் மட்டும் கொண்டு உருவாக்கப்பட்ட NAND கதவின் வாதியல் படமானது படத்தில் 3.22–ல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.



படம் 3.21

3.8.5. NOR கதவுகளை EX-OR கதவாகப் பயன்படுத்துதல் (EX-OR gate using NOR gates)

ஒரு EX-OR கதவின் வெளியீடு

$Y = A \oplus B$ ஆகும்.

$Y = \overline{A}B + A\overline{B}$

இரண்டு மாறிகளையும் தனித்தனியாக, இரண்டுமுறை நிரப்பிகளாகக் (complement) கொண்டால்

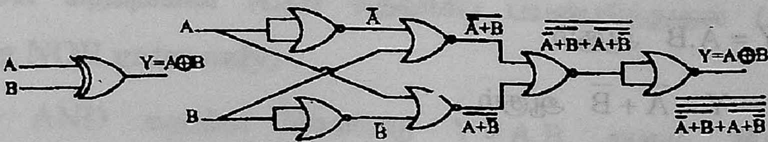
$Y = \overline{\overline{\overline{A}B}} + \overline{\overline{A\overline{B}}}$ என கிடைக்கும்

$= \overline{A + \overline{\overline{B}}} + \overline{\overline{A} + B}$ ஆகும்.

மேலும் இறுதியாக இரண்டாவது முறை நிரப்பியை (complement) செய்தால்

$Y = \overline{\overline{\overline{A + \overline{B}} + \overline{\overline{A}.B}}}$ என கிடைக்கும்.

NOR கதவுகளை மட்டும் கதவின் ஏற்படுத்தப்பட்ட EX-OR கதவின் வாதியல்படம் படம் 3.22-ல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.



படம் 3.22

3.9. சுற்றுகளை பொதுவான வாதியல் கதவாக மாற்றுதல் (Connecting Circuits to Universal Logic)

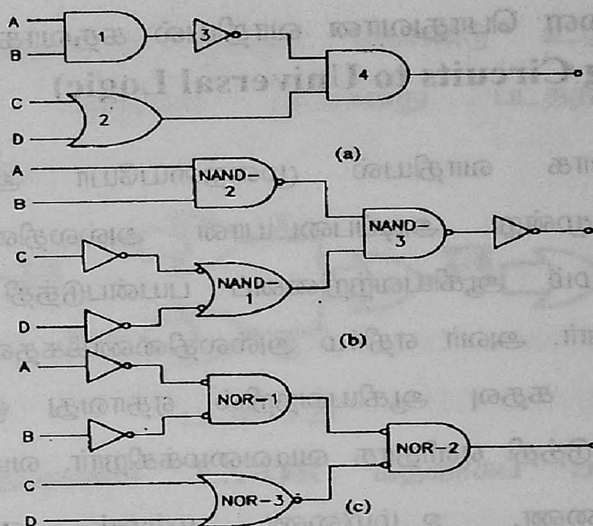
பொதுவாக வாதியல் முறையையோ அல்லது வாதியல் சுற்றுகளை மூன்று அடிப்படையான அல்லதிணை, உம்மிணை மற்றும் எதிர்மம் ஆகியவற்றினைப் பயன்படுத்தி வடிவமைப்பாளர் வடிவமைக்கிறார். அவர் எதிர்ம அல்லதிணைக்கதவு அல்லது எதிர்ம உம்மதிணைக் கதவு ஆகியவற்றில் ஏதாவது ஒரு வகையிணை மட்டும் பயன்படுத்தி எளிதாக வடிவமைக்கிறார். வடிவமைப்பாளர்

i. அல்லதிணை, உம்மிணை மற்றும் எதிர்ம வாதியல் சுற்றுகளைக் கொண்டு சுற்றுகளை வடிவமைக்கிறார்.

ii. அவர் எதிர்ம அல்லதிணைக் கதவு முறையினைப் பயன்படுத்த விரும்பினால் அல்லதிணைக் கதவின் வெளியீட்டில் வளையம் (Circle) மற்றும் உம்மிணைக் கதவின் உள்ளீட்டில் வளையம் சேர்க்க வேண்டும். இவ்வாறு எதிர்ம அல்லதிணைக் கதவுகொண்டு மற்ற அடிப்படையான கதவுகளை மாற்றி விடலாம்.

iii. எதிர்ம உம்மிணைச் சுற்றுகளை பயன்படுத்த விரும்பினால் எல்லா உம்மிணைக் கதவின் வெளியீட்டிலும் வளையத்தையும் மற்றும் எல்லா அல்லதிணைக் கதவின் உள்ளீட்டிலும் வளையத்தையும் சேர்க்க வேண்டும். இவ்வாறு எதிர்ம உம்மிணைக்கதவு கொண்டு மற்ற அடிப்படை கதவுகளை நீக்கிப் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

iv. முறை (ii) மற்றும் (iii) ல் எதிர்ம கதவுகளைத் தேவைக்கேற்ப இணைத்துச் சுற்றுகளின் முனையங்கள் மாறாமல் இருக்க பயன்படுத்தலாம். இவை படம் 3.23-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



படம் 3.23

அட்டவணை 3.13

LOGIC GATE	SYMBOL	IMPLEMENTATION USING NAND GATES ONLY	IMPLEMENTATION USING NOR GATES ONLY
AND	A, B → A.B	A, B → $\overline{A.B}$ → A.B	A → $\bar{A}$; B → $\bar{B}$ → A.B
OR	A, B → $\overline{A+B}$	A → $\bar{A}$; B → $\bar{B}$ → A+B	A, B → $\overline{A+B}$ → A+B
NOT	A → $\bar{A}$	A → $\bar{A}$	A → $\bar{A}$
NAND	A, B → $\overline{A.B}$		A → $\bar{A}$; B → $\bar{B}$ → $\overline{A.B}$
NOR	A, B → $\overline{A+B}$	A → $\bar{A}$; B → $\bar{B}$ → $\overline{A+B}$	
XOR	A, B → $A \oplus B$ = $\bar{A}B+A\bar{B}$	A, B → $A \oplus B$	A, B → $A \oplus B$ = $\bar{A}B+A\bar{B}$
XNOR	A, B → $A \odot B$ = $\bar{A}\bar{B}+AB$	A, B → $\bar{A}\bar{B}+AB$ = $A \odot B$	A, B → $A \odot B$ = $\bar{A}\bar{B}+AB$

அட்டவணை 3.13-ல் குறிப்பிட்டவாறு எதிர்ம அல்லதிணைக் கதவு மற்றும் எதிர்ம உம்மிணைக் கதவு ஆகியவற்றைப் பயன்படுத்தி அடிப்படைக் கதவுகளை வடிவமைக்கலாம். இவ்வாறு வடிவமைப்பதைச் சுற்றுகளுக்கான எதிர்ம அல்லதிணைக் கதவு மற்றும் எதிர்ம உம்மதிணைக் கதவுப் பொதுவான வாதியல் கதவுகள் எனப் பெயர் பெறும்.

3.10. நேர்மறை வாதியல் மற்றும் எதிர்மறை வாதியல் (Positive & Negative Logic)

வாதியல் மாறிகளை மின் சுற்றுகளுக்குச் சம்பந்தப்படுத்திப் பயன்படுத்தும் போது முக்கியமாக மின்னழுத்த மட்டங்களைக் குறிப்பிடுவது 0 மற்றும் 1 என்ற வாதியல் முறையில் காட்டப்படுதலாகும். இதற்காக இரண்டு முறைகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. அவை நேர்மறை வாதியல் மற்றும் எதிர்மறை வாதியல் என்பனவாகும். இவ்விரு முறைகளையும் இங்கு காண்போம்.

3.10.1. நேர்மறை வாதியல் (Positive Logic)

இம்முறையில் நிலை ‘1’ அதிக நேர்மறை மின்னழுத்தம் கொண்டதாகும். நிலை ‘0’ குை றந்த நேர்மறை மின்னழுத்தம் கொண்டதாகும்.

3.10.2. எதிர்மறை வாதியல் (Negative Logic)

இம்முறையில் ஓர் எண்ணிலக்க சுற்றில் நிலை ‘1’ குறைந்த நேர்மறை மின்னழுத்த நிலையையும், நிலை ‘0’ அதிக நேர்மறை மின்னழுத்த நிலையையும் குறிக்கும்.

படத்தில் 3.24 நேர்மறை வாதியல் மற்றும் எதிர்மறை வாதியல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

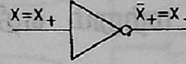
அட்டவணை 3.14

Positive Logic

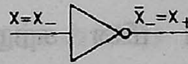
Input A →	0	0	1	1
Input B →	0	1	0	1
Output C →	0	0	0	1

Negative Logic

Input A →	1	1	0	0
Input B →	1	0	1	0
Output C →	1	1	1	0



(a) Positive Logic



(b) Negative Logic

படம் 3.24

நேர்மறையிலிருந்து எதிர்மறைக்கு மாற்ற கீழ்கண்டவாறு பயன்படுத்தப்படும்.

i. உம்மிணை வரைபடம் முறையிலிருந்து அல்லதிணைக்கு மாற்றலாம். அதேபோல் அல்லதிணையிலிருந்து உம்மிணைக்கு மாற்றலாம்.

ii. வளையங்களைத் (circles) குறிப்பிட்ட இடத்திற்கு தேவைப்பட்டால் குறிப்பிட வேண்டும்.

iii. உள்ளீட்டில் வளையங்கள் குறிப்பிட்டுருந்தால் வெளியீட்டில் அவற்றை நீக்க வேண்டும்.

iv. சில சந்தர்ப்பங்கள் உள்ளீட்டில் நேர்மறை மற்றும் வெளியீட்டில் எதிர்மறை என ஒன்று கலந்த வாதியலில் குறிப்பிடலாம், இதற்காக பலவகையான கதவுகளை அட்டவணை 3.15-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

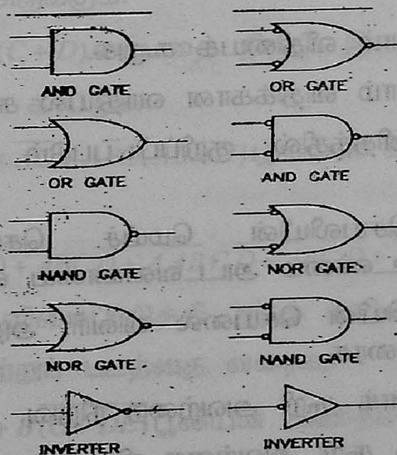
GATE IN POSITIVE LOGIC	FUNCTION OF GATE			
	POSITIVE LOGIC	NEGATIVE LOGIC	INPUT → +ve LOGIC OUTPUT → -ve LOGIC	INPUT → -ve LOGIC OUTPUT → +ve LOGIC
AND	AND	OR	NAND	NOR
OR	OR	AND	NOR	NAND
NAND	NAND	NOR	AND	OR
NOR	NOR	NAND	OR	AND

அட்டவணை 3.15

இங்கு நாம் +5V மற்றும் அதற்கு மேலுள்ள நேர் மின்னழுத்தங்களை 1 என்ற வாதியலில் குறிப்பிடலாம். அதேபோல் எதிர் மற்றும் அதற்கு கீழுள்ள மின்னழுத்தங்களை 0 என்ற வாதியலில் குறிப்பிடலாம்.

அல்லதிணைக் கதவு நேர்மறை வாதியலுக்கும், உம்மிணைக் கதவு எதிர்மறை வாதியலுக்கும் பயன்படுத்தப்படும் குறி படம் 3.25-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

படம் 3.25



நேர்மறை வாதியல் எதிர்மறை வாதியல்

முன்கண்டவற்றிலிருந்து, ஒரு மின்னணுவியல் வாதக்கதவானது நாம் பயன்படுத்தும் வாதத்திற்கேற்ப பலவித செயல்முறைகளைச் செய்யத்தக்கதாகும்.

முடிவாக, ஒரு கதவானது நேர்மறை வாதத்தைப் பயன்படுத்தும்போது அல்லதிணைக் கதவாகவும், எதிர்மறை வாதத்தைப் பயன்படுத்தும்போது உம்மிணைக் கதவாகவும் செயல்படுகிறது.

கேள்விகள் :

1. பூலியன் இயற்கணிதத்தில் குறிப்பிடப்படும் செயலிகள் யாவை?
2. வாதியல் மாறிகள் யாவை?
3. அல்லதிணைச் செயலின் விதிகளைக் கூறுக.
4. உம்மிணைச் செயலின் உண்மை அட்டவணையை எழுதுக.
5. எதிர்மச் செயலின் விதிகள் யாவை?
6. பூலியன் இயற்கணிதத்தில் குறிப்பிடப்படும் பரிமாற்று விதிகள் யாவை?
7. பகிர்வு விதிகள் யாவை? அவை எவ்வாறு பயன்படுகின்றன?
8. டி மார்கன் முதல் விதியைக் கூறுக.
9. டி மார்கன் முதல் விதியைக் குறிப்பிடும் வாதியல் சுற்றை வரைக.
10. டி மார்கன் இரண்டாம் விதியைக் கூறுக.
11. டி மார்கன் இரண்டாம் விதிக்கான வாதியல் சுற்றை வரைக.
12. பூலியன் இயற்கணிதத்தில் குறிப்பிடப்படும் சேர்ப்பு விதிகள் யாவை?
13. அல்லதிணைச் செயலியின் மெய்ச் செயலை விளக்கு. இச்செயலுக்கான உண்மை அட்டவணையை வரைக.
14. உம்மிணை செயலியின் செயலை விவரி. அதற்கான வாதியல் சுற்றுக்களையும் வரைக.
15. பரிமாற்று விதிகளைக் கூறி அவற்றை நிறுவு.
16. பகிர்வு விதிகளைக் கூறி அவற்றை நிறுவு.
17. சேர்ப்பு விதிகளை விளக்குக.

18. டி மார்கன் முதல் விதியைக் கூறி அதனை நிறுவு.

19. டி மார்கன் இரண்டாம் விதியைக் கூறி அதனை நிறுவு.

20. டி மார்கனாக்கம் என்றால் என்ன? அதன் செயல்முறையை எடுத்துக் காட்டுகளுடன் விவரி.

21. Y = AB + C என்ற பூலியன் சமன்பாட்டிற்கான வாதியல் மின்சுற்றினையும் அதன் உண்மை அட்டவணையையும் தருக.

22. $Y=\overline{AB}$ என்ற பூலியன் சமன்பாட்டிற்கான வாதியல் மின் சுற்றினையும் மெய் அட்டவணையையும் தருக.

23. கீழ்க்கண்ட சமன்பாடுகளை டி-மார்கனாக்கம் செய்க.

(அ) $\overline{A+BC}$ (ஆ) $\overline{(A+B)\,(C+D)}$

24. $\overline{(A+B)}=\overline{A.B}$ சமன்பாட்டை நிருபிக்கவும். அவைகளின் வாதியல் மின் சுற்றையும் மெய் அட்டவணையையும் தருக.

25. $Y=\overline{A}B\overline{C}+A\overline{B}C+ABC$ என்ற பூலியன் கோவைக்கான தர்க்கச் சுற்றை அமைத்து உண்மை அட்டவணையைக் குறிப்பிடுக.

26. $Y=A+\overline{B}C(A+\overline{C})+B$ -இச்சமன்பாட்டின் படி,

(அ) $A=0, B=1, C=0$ (ஆ) $A=1, B=0, C=1$ என இருக்கும்போது Y –ன் மதிப்பு என்ன?

27. Y=A+B என்ற பூலியன் சமன்பாட்டிற்கான வாதியல் மின் சுற்றினையும் மெய் அட்டவணையையும் தருக.

28. பூலியன் கணிதம் கொண்டு $Y=AB+ABC+\overline{A}B+\overline{A}BC$ எனும் சமன்பாட்டைச் சுருக்குக.

29. $\overline{AB+CD}=(A+B)(C+D)$ என்பதை நிருபி. இவற்றின் வாதியல் மின்சுற்றினையும் காட்டுக.

30 கோவை $Y=AB+\overline{AC}+A\overline{B}C(AB+C)$ பூலியன் கணிதம் கொண்டு சுருக்குக.

31. $F=ABCD+AB\overline{C}D+\overline{A}BC\overline{D}+A\,\overline{AB}\,C\,\overline{D}+\overline{A}B\overline{C}\,\overline{D}+\overline{ABCD}$ இந்த பூலியன் கோவையைப் எளிமைப்படுத்தி அந்த எளிய கோவைக்கான வாதியல் மின்சுற்றுப் படத்தை வரைக.

32. சமன்பாடு $Y=A+B\overline{(C+\overline{DE})}$ பூலியன் கணிதம் கொண்டு சுருக்குக.

33. அல்லதிணை கதவுக்கான பூலியன் சமன்பாட்டை எழுதுக.

34. ஈர் உள்ளீடுகளைக் கொண்ட அல்ல கதவுக்கான உண்மை அட்டவணை எழுதுக.

35. உம்மிணை கதவுக்கான மின்சுற்றுப் படம் வரைக.

36. ஈர் உள்ளீடுகளைக் கொண்ட உம்மிணைகதவுக்கான உண்மை அட்டவணை மற்றும் வாதியல் குறியீட்டை எழுதுக.

37. அல்லதிணை கதவுக்கான வாதியல் சுற்றை ஈர் உள்ளீடுகளுடன் கூடியதாக வரைக.

38. எதிர்ம அல்லதிணைக் கதவை அல்ல கதவாக மாற்றுவதற்குரிய வாதியல் குறியீட்டுப் படம் வரைக.

39. தவிர்க்கப்பட்ட எதிர்ம அல்லதிணைக் கதவுக்கான வாதியல் குறியீட்டுப்படம் வரைக.

40. தவிர்க்கப்பட்ட எதிர்ம அல்லதிணைக் கதவுக்கான உண்மை அட்டவணையை எழுதுக.

41. அல்லதிணை கதவுக்கான வாதியல் மின்சுற்றுப்படம் வரைக.

42. எதிர்ம அல்லதிணைக் கதவை உம்மிணை கதவாக எவ்வாறு மாற்றுவது என்பதை விவரிக்க.

43. எதிர்ம உம்மிணை கதவை எதிர்ம கதவாக எவ்வாறு மாற்றலாம் என்பதை விளக்கு.

44. எதிர்ம அல்ல கதவைப் பொதுக் கட்டுமானக் கூறு என ஏன் குறிப்பிடுகிறோம்?

45. ஈர் உள்ளீடுகளுடன் கூடிய ஓர் அல்லதிணை கதவின் டயோடுகளுடன்கூடிய சுற்றை வரைந்து அது செயல்படும் விதத்தை விவரிக்க.

46. ஈர் உள்ளீடுகளுடன் கூடிய ஓர் உம்மிணை கதவுச் சுற்றை வரைந்து அது செயல்படும் விதத்தை விளக்குக. அதன் உண்மை அட்டவணையையும் குறிப்பிடுக.

47. எதிர்மக் கதவு செயல்படும் விதத்தை விவரிக்க.

48. டிரான்சிஸ்டருடன் கூடிய எதிர்ம அல்லதிணைக் கதவு செயல்படும் விதத்தை விளக்குக.

49. எதிர்ம அல்லதிணைக் கதவைக் கொண்டு, அல்லதிணைக் கதவு எதிர்மக் கதவு மற்றும் உம்மிணை கதவுகளை எவ்வாறு அமைக்கலாம் என்பதை விவரிக்க.

50. எதிர்ம உம்மிணைக் கதவுச் சுற்றை வரைந்து அது செயல்படும் விதத்தை விவரிக்க.

51. எதிர்ம உம்மிணைக் கதவை எவ்வாறு அல்லதிணைக் கதவாகவும் உம்மிணைக் கதவாகவும் மாற்றலாம் என்பதை விளக்குக.

52. தவிர்க்கப்பட்ட அல்லதிணைக் கதவு என்றால் என்ன? அதற்கான மின்சுற்றுப்படம் வரைந்து செயல்படும் விதத்தை விளக்குக.

53. தவிர்க்கப்பட்ட எதிர்ம அல்லதிணைக் கதவு வாதியல் சுற்றுப்படம் வரைந்து, அது செயல்படும் விதத்தை விவரிக்க. அதன் உண்மை அட்டவணையை எழுதுக.

இயல் – 4

சாவிச் சுற்றுகள் மற்றும் வாதியல் குடும்பங்கள்

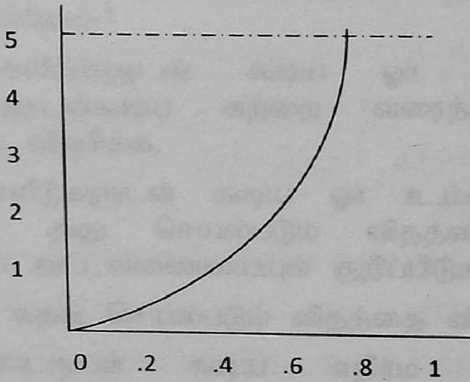
(Switching circuits and logical families)

4.1 சாவியைப் போல செயல்படும் டையோடு

(Diode as a switch)

ஓர் எளிய சாவியைப் போல் குறைக்கடத்தி டையோடுகள் செயல்படுகின்றன. முன்னோக்குச் சார்பில் ஒரு PN சந்தி டையோடு ஏறத்தாழ சுழி மின்தடையுடனும், பின்னோக்குச் சார்பில் டையோடு ஈறிலி மின்தடையுடனும் செயல்படுகிறது.

ஒரு சாவியும் இதே போல அதன் மூடிய நிலையில் சுழி மின்தடையையும், திறந்த நிலையில் ஈறிலி மின்தடையுடன் செயல்படுத்தும் பண்புடையது. ஆனால் ஒரு PN சந்தி டையோடு முன்னோக்கு மற்றும் பின்னோக்குத் திசைகளில் ஓர் இலட்சிய சாதனமாக இருக்காது.

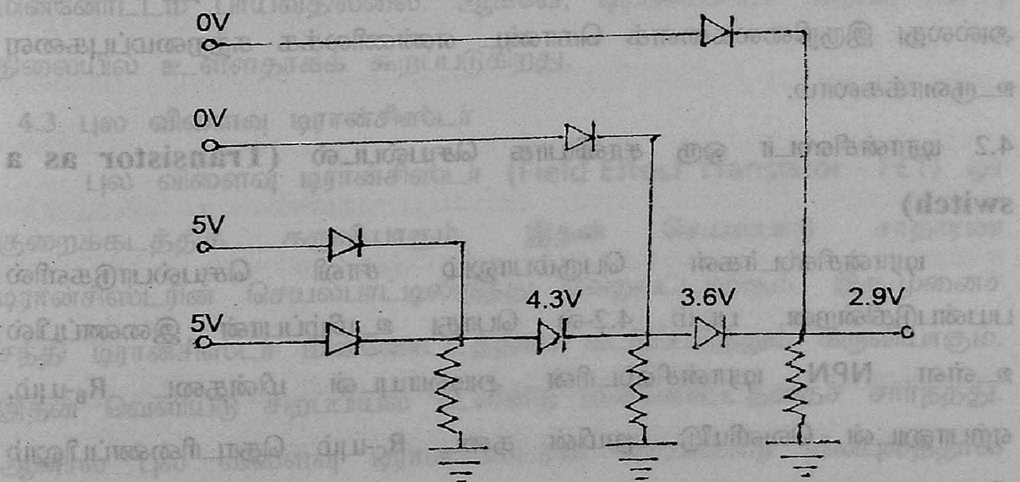


படம் 4.1

முன்னோக்குச் சார்பில் ஒரு சிலிக்கான் டையோடின் வோல்ட்-ஆம்பியர் சிறப்பு வரையில் அமையும். முன்னோக்குச் சிறப்பு வரை நேர் கோடாக அமையவில்லை. எனவே வளைவின் ஒவ்வொரு பகுதியின் V/I மதிப்பு ஒரே அளவுடன் இருக்காது. இந்த டையோடு ஓர் இலட்சிய டையோடாக இருப்பின் மின்னழுத்த வீழ்ச்சி 5 மில்லி

ஆம்பியரில் 0 வோல்ட்டாக இருக்கும். எனவே அதன் மின்தடை R = V/I = 0/5 = 0 ஓம் ஆகும். ஆனால் வரைபடத்திலிருந்து 5 மில்லி ஆம்பியரில் அதன் மின்தடை $R = V/I = 0.8/5 \times 10^{-3} = 160$ ஓம்களாக இருக்கிறது. டையோடு ஒன்றைச் சாவியாகச் செயல்படுத்தும்போது பின்னோக்குச் சார்பில் வோல்ட் மீட்டரில் 0 வோல்ட் காண முடியும். ஆனால் முன்னோக்கு சார்பில், ஏறத்தாழ 1 வோல்ட்டைக் காட்டும். ஆனால் டையோடு ஒரு துல்லியமானதாக இருந்தால் 160 ஓம் மின்தடையில் 2 வோல்ட் மின்னழுத்தத்தைக் கொடுக்கலாம். எனவே வோல்ட் மீட்டர் 1.2V யை விட உயர்அளவு மின்னழுத்தம் ஏற்படும்போது அது 1 நிலையில் இருப்பதாகவும், மின்னழுத்தம் 0.5ஐ விடக் குறைவதனால் சுழி நிலையிலிருப்பதாகவும் முன்சீரமைவு செய்து கொள்ளலாம். எனவே டையோடு ஒன்றைச் சாவியைப் போல செயல்படுத்தலாம்.

எண்ணிலக்க கணிப்பொறிகளில் இருநிலைகளில் இருநிலையான 0 மற்றும் 1 பயன்படுத்தப்படுகிறது. இந்த 0 மற்றும் 1 நிலைகளைச் செயல்படுத்த மேலே குறிப்பிட்ட டையோடுகளுடன் பயன்படுத்தலாம்.



படம் 4.1

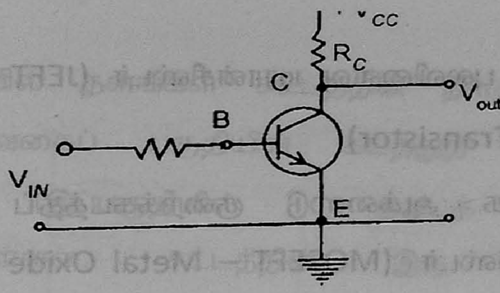
முன்னோக்குச் சார்பு மின்னழுத்தத்தில் ஒரு சிலிக்கான் டையோடின் டையோடுகளுக்கிடையேயான மின்னழுத்த வேறுபாடு 0.7V ஆகும். டையோடுடன் கூடிய அல்லதிணைக் கதவுச் சுற்றின் உள்ளீடாக +5V கொடுக்கப்பட்டால் வெளியீடு 4.3V அளவே கிடைக்கும். மேலும் டையோடுகளுக்கிடையேயான தொடரிணைப்பில் இணைக்கும்போது இந்த மின்னழுத்த வேறுபாடு 3.6V, 2.9V எனக் குறையும். படம் 4.1-ல் இந்த மின்னழுத்தக் குறைவு காட்டப்பட்டுள்ளது.

இக்குறைபாடுகளை நீக்க ஒவ்வொரு கதவுச் சுற்றிலும் ஒரு மின்பெருக்கிச் சுற்றை அமைக்கலாம். ஆனால் அல்லதிணைக் கதவுச் சுற்றுகளில் பல உள்ளீடுகளுக்கும் பல டையோடுகள் இணைப்பில் இணைக்கப்படுவதால் இந்த மின்னழுத்தக் குறைவு நீக்கப்படுகிறது.

டையோடுகளில் ஏற்படும் இந்த மின்னழுத்தக் குறைவுக் குறைபாடு டிரான்சிஸ்டர் சுற்றமைப்பில் நீக்கப்படுகிறது. ஏனெனில் டிரான்சிஸ்டர் ஒரு மின் பெருக்கத்தை ஏற்படுத்துகிறது. எனவே, டிரான்சிஸ்டர்களைக் கொண்டு தகுந்த சாவி சுற்றமைப்புகள் அல்லது இருநிலைகளைக் கொண்ட எண்ணிலக்க சுற்றமைப்புகளை உருவாக்கலாம்.

4.2 டிரான்சிஸ்டர் ஒரு சாவியாக செயல்படல் (Transistor as a switch)

டிரான்சிஸ்டர்கள் பெரும்பாலும் சாவி செயல்பாடுகளில் பயன்படுகின்றன. படம் 4.2-ல் பொது உமிழ்ப்பான் இணைப்பில் உள்ள NPN டிரான்சிஸ்டரின் அடிவாயுடன் மின்தடை R_B-யும், ஏற்பானுடன் வெளியீடு புறமின் தடை R_C-யும் தொடரிணைப்பிலும் இணைக்கப்பட்டுள்ளன.



படம்.4.2

டிரான்சிஸ்டருக்கு உள்ளீடாகத் துடிப்பு வகை அலைவடிவம் அளிக்கப் படுகிறது உள்ளீட்டின் அளவு அதிகமாகும் போது, உமிழ்ப்பான் அடிவாய் சந்தி, முன்னோக்குச் சார்பில் அமைந்து மின்னோட்டம், R_B வழியாக அடிவாய்க்குச் செல்கிறது. அடிவாய் வழியாகப் பாயும் மின்னோட்டம், டிரான்சிஸ்டரைத் தெவிட்டிய நிலைக்குக் கொண்டு செல்வதற்கு ஏற்றவாறு R_B மற்றும் R_C மதிப்புகள் தெரிவு செய்யப்படுகின்றன. டிரான்சிஸ்டர், தெவிட்டிய நிலையை அடையும் போது அது இயக்கு (ON) நிலையில் (பெரும மின்னோட்ட நிலை) உள்ளதாகக் கூறப்படுகிறது. உள்ளீடு குறைவாக, அதாவது 0V-ல் உள்ளபோது அடிவாய் உமிழ்ப்பான் சந்தி முன்னோக்குச் சார்பில் அமைவதில்லை. எனவே அடிவாய் மின்னோட்டம் பாய்வதில்லை. ஆகவே, டிரான்சிஸ்டர் திறப்பு (OFF) நிலையில் உள்ளதாகக் கூறப்படுகிறது.

4.3 புல விளைவு டிரான்சிஸ்டர்

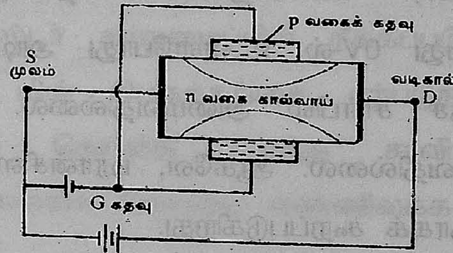
புல விளைவு டிரான்சிஸ்டர் (Field Effect Transistor - FET) ஓர் குறைக்கடத்திக் கருவியாகும். இதன் செயல்பாடு சாதாரண டிரான்சிஸ்டரின் செயல்பாட்டிலிருந்து வேறுபட்டதாகும். இருமுனைச் சந்தி டிரான்சிஸ்டர் மின்னோட்டத்தால் கட்டுப்படுத்தும் கருவியாகும். இதன் வெளியீடு சிறப்பியல் உள்ளீடு மின்னோட்டத்தைச் சார்ந்தது. ஆனால் புல விளைவு டிரான்சிஸ்டரின் செயல்பாடு மின்புலத்தால் தோற்றுவிக்கப்படுகிறது. புல விளைவு டிரான்சிஸ்டர் இரு வகைப்படும்.

(1) சந்திப் புலவிளைவு டிரான்சிஸ்டர் (JEFT – Junction Field Effect Transistor)

(2) உலோக ஆக்ஸைடு குறைக்கடத்திப் புல விளைவு டிரான்சிஸ்டர் (MOSEFT – Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor)

4.4 சந்திப் புல விளைவு டிரான்சிஸ்டர் சாவியாகச் செயல்படல் (JFET as a switch)

ஜே.ஃ.பெட்டின் கடத்தல் எப்போதும் பெரும்பான்மை மின்னூட்ட ஊர்திகளாலேயே ஏற்படுகிறது. குறைக்கடத்திகளில் மின்னணு, துளை என இரு வகையான மின்னூட்ட ஊர்திகள் உள்ளன. இதனை அடிப்படையாகக் கொண்டு ஜே.ஃ.பெட் இரு வகையாகப் பிரிக்கப்படும். (1) n-கால்வாய் ஜே.ஃ.பெட் - இவற்றில் மின்னணுக்கள் மின்னோட்டத்தைத் கடத்துகின்றன. (2) P- கால்வாய் ஜே.ஃ.பெட் - இவற்றில் துளைகள் மின்னோட்டத்தைத் கடத்துகின்றன.



படம்.4.3

n-கால்வாய் (Channel) புல விளைவு டிரான்சிஸ்டா அமைப்பில் n-வகைப் பருப்பொருளான குறைக் கடத்திச் சட்டத்தின் இரு முனைகளிலும் தடைத்தொடுப்பு (ohmic contact) கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. சட்டத்தின் மேற்பரப்பிலும், கீழ்பரப்பிலும் p-வகைக் குறைக்கடத்திப் பொருளைக் கொண்ட P-N சந்தி உருவாக்கப்பட்டுள்ளது.

இச்சந்தியில் தளங்கள் சட்டத்தின் நீளத்திற்கு இணையாக இருக்கும். P-வகைப் பகுதியின் கடத்துத் திறன் அதிகமாக இருக்கும். இப்பகுதியில் தடைத் தொகுப்புகள் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன. சட்டத்தின் இரு முனைகட்கிடையே மின்மூலம் இணைக்கப்படும்போது, சட்டத்தின் நீள்வாக்கில் மின்னோட்டம் செல்கிறது.

டிரான்சிஸ்டரில் உமிழ்ப்பான், அடிவாய், ஏற்பான் என மூன்று மின்வாய்கள் உள்ளன. இதே போன்று புல விளைவு டிரான்சிஸ்டரில் மூன்று பகுதிகள் மூலம், கதவு, வடிகால் என்பனவாகும்.

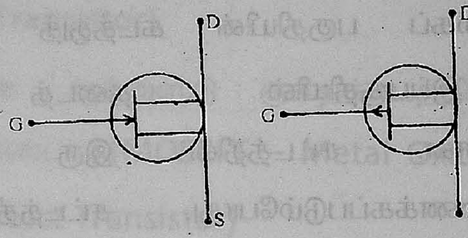
மூலம் **(Source) (S)**: பெரும்பான்மைக் கடத்திகள் சட்டத்தினுள் நுழையும் முனை S-ஐ மூலம் என்பர்.

வடிகால் **(Drain) (D)**: பெரும்பான்மைக் கடத்திகள் சட்டத்திலிருந்து வெளிவரும் முனை D-ஐ வடிகால் என்பர்.

கதவு **(Gate) (G)**: n-வகைச் சட்டத்தின் இரு பக்கங்களிலும் P-N சந்தி தோற்றுவிப்பதற்காக விரவல் முறைப்படி ஏற்பு மாசுகள் அதிகமாகக் கலக்கப்பட்ட பகுதி தோற்றுவிக்கப்பட்டுள்ளது. இந்த மாசுப் பகுதியை 'கதவு' என்பர்.

கால்வாய் (Channel): இரு கதவுப் பகுதிகட்கிடையே அமைந்துள்ள n-வகைப் பருட்பொருள் பகுதியை 'கால்வாய்' என்பர். பெரும்பான்மை மின்னூட்ட ஊர்திகள் மூலத்திலிருந்து வடிகாலுக்குக் கால்வாய் வழியாகச் செல்கிறது.

n-கால்வாய் மற்றும் p-கால்வாய் சுற்றுக்குறி படம் (4.4) காட்டப்பட்டுள்ளது. கதவு முனையிலுள்ள அம்புக்குறி, கதவு மூலம் n-கால்வாய் ஆகியவற்றிற்கிடையே முன்னோக்குச் சார்பு கொடுக்கப்படும் போது, உள்ள கதவு மின்னூட்டத் திசையைக் குறிக்கிறது.

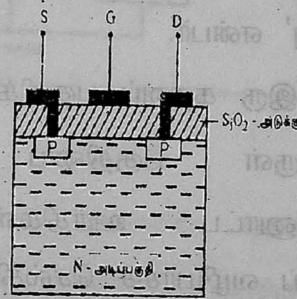


n-கால்வாய் *p-கால்வாய்*

படம். 4.4

ஒரு புல விளைவு டிரான்சிஸ்டர் சாவியைப் போல செயல்படும். கதவிற்கான மின்னழுத்தம் வெட்டு மின்னழுத்தம் (Cut off voltage)-ஐ விட அதிகமாக இருக்கும்போது சாவியைப் போன்று செயல்படும். கதவிற்குத் தெவிட்டிய மின்னழுத்தம் கொடுக்கும் போது அது இயக்கு துடிப்பு நிலையில் உள்ளதாகக் கூறப்படுகிறது. மேலும் எதிர்முனை துடிப்புகளைக் கொடுக்கும்போது கதவு திறப்பு நிலையை அடைகிறது. இவ்வாறு சாவியாக JFET செயல்படுகிறது.

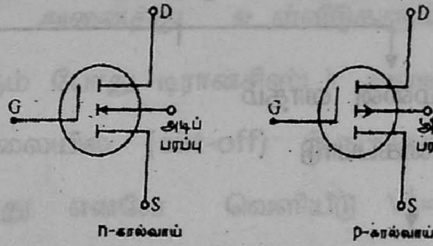
4.5 சாவியைப் போல் மாஸ்ஃபெட் செயல்படல் (MOSFET as a switch)



படம் 4.5

மாஸ்ஃபெட் என்பது உலோக ஆக்சைடு குறைக்கடத்தி புலவிளைவு டிரான்சிஸ்டர் (Metal oxide Semiconductor Field Effect transistor) என்பதன் சுருக்கமாகும். ஜேஃபெட் போன்று இதிலும்

மூலம், கதவு, வடிகால் என மூன்று மின்வாய்கள் கொண்டுள்ளது. படம்(4.5)-ல் மாஸ்.்.பெட் காட்டப்பட்டுள்ளது. ஆனால் மாஸ்.்.பெட்டில் கதவுப் பகுதியானது கால்வாய் பகுதியிலிருந்து காப்பிடப்பட்டுள்ளது. (insulated) எனவே இதனைக் காப்பிடப்பட்ட கதவு புல விளைவு டிரான்சிஸ்டர் (Insulated Gate Field Effect Transistor – IGFET) என்பர். ஜே.்.பெட் போன்று மாஸ்.்.பெட்டிலும் p-வகை, n-வகை என இருவகை உண்டு, இவைகள் படம் (4.6)-ல் காட்டப்பட்டுள்ளன.



படம் 4.6

குறைக்கடத்தியின் மேல் பூசப்பட்டுள்ள காப்புப் பொருட்கட்கிடையே குறுக்கு மின்புலம் செயற்படுத்தி, கடத்தும் கால்வாயின் (Conducting Channel) தடிமனையும், மின்தடையையும் கட்டுப்படுத்தலாம். இதுவே, மாஸ்.்.பெட்டின் செயற்பாடு தத்துவமாகும். உலோக ஆக்சைடு, குறைகடத்திப் புல விளைவு டிரான்சிஸ்டர் சாவியைப் போல் செயல்படும். இங்கு மாஸ்.்.பெட்டின் உள்ளீடு மின்னெதிர்ப்பு மிக உயர்வாக இருக்கும்போது நிறைய மின்னழுத்தங்கள் கதவின் வழியே அனுப்பப்படும். மேலும் குறைந்த மூலம் மற்றும் வடிகாலுக்கிடையே மின்னழுத்தம் மின்திறன் தேவைப்படுகிறது. இவை தகுந்த வாதியல் செயல் புரிகின்றன.

எவ்வாறாக இருந்தாலும் இந்த வகையான அமைப்பு அதிக நேரத்தினை எடுத்துக் கொள்ளும். இவ்வாறாக மாஸ்.்.பெட் சாவியைப் போல செயல்படுகிறது.

4.6 வாதியல் குடும்ப வகைப்பாடு (Logic Families)

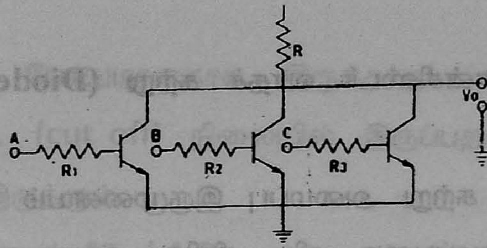
எண்ணிலக்க இயக்கத்தினை உருவாக்குவதற்குப் பல தரப்பட்ட (ICs) அமைப்புகளில் தொகுத்த 'சுற்றுகள்' (ICs) செய்யப்படுகின்றன. இவ் அமைப்புகளை வாதியல் குடும்ப வகைப்பாடு என்று பெயரிட்டு அழைப்பர். இவ்வகைப்பாடுகள் செய்யப்படும் முறை மற்றும் சேர்க்கப்படும் உறுப்பு பாகங்கள் ஆகியவற்றைப் பொருத்து கீழ்க்கண்டபடி வகைப்படுத்தப்படுகிறது.

வாதியல் குடும்ப வகைப்பாடு

இருமுனை வாதம் வகைப்பாடு	ஒருமுனைவாதம் வகைப்பாடு
1. மின்தடை – டிரான்சிஸ்டர் வாதம்	1. உமிழ்வாய் இணைப்பு வாதம்
2. டையோடு - டிரான்சிஸ்டர் வாதம்	2.ஸ்காட்கி இணைப்பு வாதம்
3. நேரடி இணைப்பு டிரான்சிஸ்டர் வாதம்	
4. தொகுப்பு – உட்செலுத்தும் வாதம்	
5. டிரான்சிஸ்டர் - டிரான்சிஸ்டர் வாதம்	

4.7 மின்தடை டிரான்சிஸ்டர் வாதம் சுற்று (Resister Transistor Logic - RTL)

ஆடிப்படை, மின்தடை - டிரான்சிஸ்டர் வாதம் சுற்று வாதச் சுற்றுகள் என்று அழைக்கப்படுகிறது. இம்முறை முதன் முதலில் அடிப்படையாகக் மின்தடை - டிரான்சிஸ்டர் கொண்டு உருவாக்கப்பட்டது. இங்கு, பதிவி, டிரான்சிஸ்டர் ஆகியவற்றைப் பயன்படுத்தி எண்ணிலக்க வாதியல் வேலை செய்யப்படுகிறது. RTL–ல் செய்யப்பட்ட மூன்று உள்ளீடு எதிர்ம அல்லதிணைக் கதவின் செயல்பாடுகள் படம்.4.7 ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



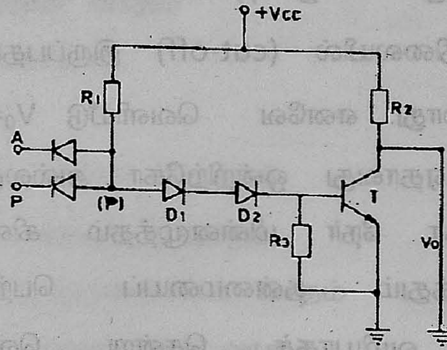
படம்.4.7

இதில் மூன்று உள்ளீடுகள் A,B,C. உள்ளன. உள்ளீடு மின்னழுத்தம் டிரான்சிஸ்டரின் அடிவாய்க்கு மின்தடை வழியாகக் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. அனைத்து உள்ளீடுகளும் (i.e. A,B,C) தாழ் (0) ஆக இருக்கும் போது டிரான்சிஸ்டர் அனைத்தும் கடத்தும் தன்மை இல்லாத நிலையில் (cut-off) இருப்பதால் R வழியாக மின்னோட்டம் செல்லாது. எனவே வெளியீடு $V_0=V_{cc}$ + 5V என்ற மின்னழுத்தமானால் ஏதாவது ஒன்றிற்கோ அல்லது இரண்டிற்கோ அல்லது மூன்றிற்கோ நேர் மின்னழுத்தம் கிடைக்கும் போது டிரான்சிஸ்டர், கடத்தும் தன்மையைப் பெற்று ஏற்பானில் மின்னோட்டம் R வழியாகச் சென்று வெளியேற்றத்தினை ஏற்படுத்துகிறது. எனவே வெளியீடு V_O = V_{CE} = 0.2V ஆகும். எனவே இந்த சுற்று எதிர்ம அல்லதிணைக் கதவாக வேலை செய்கிறது.

இந்தச் சுற்றை எளிதாக அமைக்கலாம். ஆனால் சிறிதளவு இரைச்சல் உடையது. மேலும் பரவும் நேரமுடக்கம் 50ns வரை இருக்கும். மின்சிதறல் 10mw வரை இருக்கும். விசிறிபோல் சுட்டு உள்ளீடு (Fan in) பெரும அளவாக மூன்றிலும், சுட்டு வெளியீடு பரவுதல் நான்கில் தான் கொடுக்க முடியும். முக்கியமாகக் குறைந்த வேகத்தில் இயங்குவது இதன் முக்கிய சிறப்பின்மையாகும்.

4.8 டையோடு - டிரான்சிஸ்டர் வாதச் சுற்று (Diode – Transistor Logic)

இந்த வகைச் சுற்று அமைப்பு இருமுனையம் - டிரான்சிஸ்டர் வாதச் சுற்றை அமைப்பதை விட சிறிது கடினமாக இருந்தாலும் அதிகமான விசிறிபோல் பரவுதலும், நல்ல இரைச்சல் எல்லையுடனும் இருப்பதால் இவ்வகை IC கள் RTL – க்குப் பதிலாக பயன்படுத்தப்படுகிறது. இவ்வகை அமைப்பில் செய்யப்பட்ட எதிர்மறை உம்மிணைக் கதவு சுற்றுப்படம் 4.8-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



படம்.4.8

இதில் டையோடால் செய்யப்பட்ட உம்மிணைக் கதவு டிரான்சிஸ்டரால் செய்யப்பட்ட எதிர்ம கதவும் இணைக்கப் பட்டுள்ளது.

A அல்லது B அல்லது இரண்டும் தாழ்வாக (0) இருக்கும் போது அதற்கு இணையாக உள்ள டையோடு கடத்தும் தன்மையைப் பெற்று R_1 வழியாக மின்னோட்டம் கடத்தும். உயர் நிலையில் உள்ள டையோடு கடத்துவதில்லை.

ஏதாவது ஒரு டையோடு கடத்தும் தன்மை பெற்றாலும் R_1-ல் மின்னழுத்தம் நலிவடைவதால் முனை 'P' மிகக்குறைந்த மின்னழுத்தமாக 0.5V ஆக தான் இருக்கும். இந்த மின்னழுத்தம் டிரான்சிஸ்டரின் கடத்தும் தன்மை கொண்ட நிலைக்குக் (Turn-on)

கொண்டு வர போதுமானதாக இருக்காது. எனவே டிரான்சிஸ்டர் துண்டிக்கப்பட்ட (cut off) நிலையில் இருப்பதால் வெளியீடு உயர் அளவில் (1) இருக்கும்.

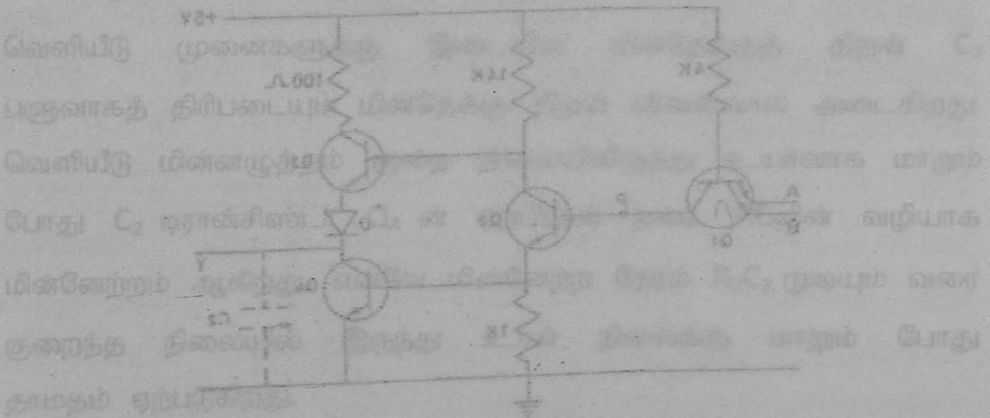
இரண்டு உள்ளீடு (A,B) - ம் உயர் (1) வாக இருக்கும்போது இரண்டு டையோடு கடத்தும் தன்மை பெறுவதில்லை. எனவே முனை P -யில் மின்னழுத்தம் V_{CC} அள வு இருப்பதால் டிரான்சிஸ்டர் கடத்தும் தன்மை பெறுகிறது. எனவே V_{CE} = 0.2V வெளியீடாக இருக்கும். இது தாழ்நிலை (0) ஆகும். எனவே இந்தச் சுற்று எதிர்ம உம்மிணைக்கதவுகளாக வேலை செய்கின்றன.

நிறைகள்

1. குறைந்த திறன் இழப்பை உடையது.
2. DTL சாவியின் வேகமானது RTL, சாவியினை விட அதிகமாகும்.

குறைகள்

1. செயல்படும் வேகம் குறைவு.



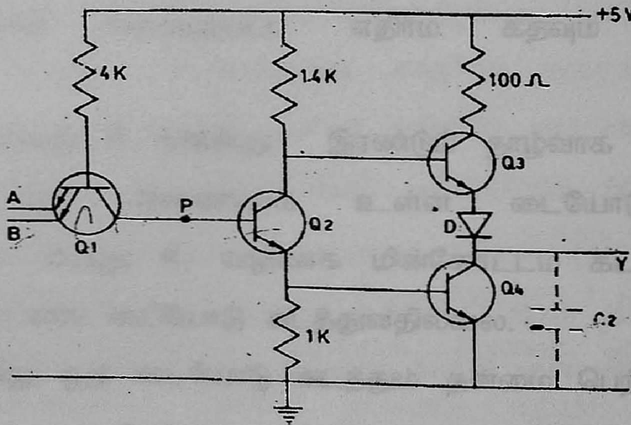
பயன்பாடுகள் **(applications)**

1. எண்ணிகள் மற்றும் பெயரும் பதிவிகளில் DTL, பயன்படுத்தப்படுகிறது.
2. சிறு பயன் கணினிகளில் DTL பயன்படுத்தப்படுகிறது.
3. மின்னணுவியல் கருவிகள் செய்வதில் DTL பயன்படுத்தப்படுகிறது.

4.9 டிரான்சிஸ்டர் - டிரான்சிஸ்டர் வாதச் சுற்று (Transistor – Transistor Logic - TTL)

DTL சுற்றின் முக்கிய குறையான செயல்படும் வேகம், டிரான்சிஸ்டர் - டிரான்சிஸ்டர் வாதியல் சுற்று மூலம் தவிர்க்கப்படுகிறது. மேலும் அதன் சிறிய பரிமாணத்தில் பயன்பாடு அதிகம். இந்நாளில் TTL, தொகுப்பு சுற்றுகளில் (ICs) அதிகமாகப் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

TTL எதிர்ம உம்மிணைக் கதவின் சுற்று இணைப்பானது படம்(4.9)-ல் காட்டப்படுள்ளது.



படம்.4.9

A,B உள்ளீடு இரண்டும் குறைவாக (0.2V) இருக்கும் போது Q_1 டிரான்சிஸ்டரின் அடிவாய் - உமிழ்பான் சந்தி பின்னோக்கு சார்பு

ஆவதால் Q_1 இவற்றின் செயல் முடியாமல் இருக்கும். நிறைவுறாத பொருளாக மாறுகிறது. எனவே முனை 'P' யில் மின்னழுத்தம் 0.9Vக்கு குறைகிறது. இதனால் டிரான்சிஸ்டர் Q_2 மற்றும் Q_4 கடத்தும் தன்மை பெறுவதில்லை. (ie., cut off) எனவே வெளியீடு உயர் நிலையாகும். (i.e.,1) கடத்தும் தன்மை பெறுவதற்கு P-யில் குறைந்த அளவு மின்னழுத்தமானது இருக்க வேண்டும். A,B உள்ளீடு இரண்டும் உயர் (V=5volt) ஆக இருக்கும் போது Q_1 டிரான்சிஸ்டரின் உமிழ்ப்பான் சந்தி பின்னோக்கு சார்பு ஆவதால் Pயில் மின்னழுத்தம் 5Vக்கு உயர்கிறது. இதனால் டிரான்சிஸ்டர் Q_2 மற்றும் Q_4 கடத்தும் தன்மை பெறுகிறது. எனவே வெளியீடு தாழ் (i.e., V_{CE} = 0.2V) ஆகும். மேலும் ஏதாவது ஒரு உள்ளீடு (A or B) 0.2V க்கு குறைந்தாலும் Pயில் மின்னழுத்தம் 0.9V க்கு வருவதால் Q_1ன் ஏற்பி மின்னோட்டம் Q_2 Q_4 யை துண்டிப்பு செய்து விடுகிறது. இந்த வகையில் சுற்று எதிர்ம உம்மிணைக் கதவாக வேலை செய்கிறது.

ஆனால் Q_3 டையோடு இல்லாத சுற்றாகக் கொண்டால் வெளியீடு முனைகளுக்கு இடையில் மின்தேக்குத் திறன் C_2 பளுவாகத் திரிபடையும் மின்தேக்கு திறன் விளைவால் அடைகிறது. வெளியீடு மின்னழுத்தம் குறை நிலையிலிருந்து உயர்வாக மாறும் போது C_2 டிரான்சிஸ்டர் Q_4 ன் ஏற்பியின் தடை RCயின் வழியாக மின்னேற்றம் ஆகிறது. எனவே மின்னேற்ற நேரம் R_2C_2 முடியும் வரை குறைந்த நிலையில் இருந்து உயர் நிலைக்கு மாறும் போது தாமதம் ஏற்படுகிறது.

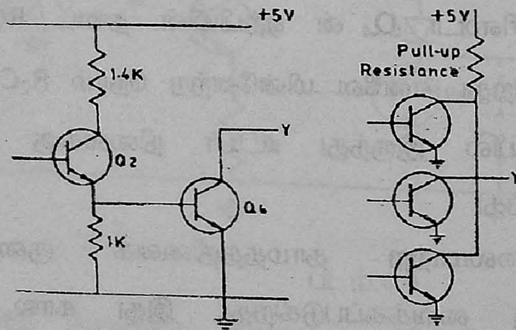
இந்த நிலைமாற்ற தாமதத்தினைக் குறைப்பதற்காகவே டிரான்சிஸ்டர் Q_3 வைக்கப்படுகிறது. இது கால தாமதத்தைக் குறைக்கிறது. Q_4 துண்டிப்பு ஆகும் போது Q_3 எடுத்துச் சென்று

மின்னேற்பி C_2 வை விரைவாக நிரப்பி விடுகிறது. Q_4 எடுத்து செல்லும் போது Q_3 துண்டிப்பாகி விடுகிறது. டையோடு D, Q_4 ON ஆகி இருக்கும் போது Q_3 ON நிலைக்கு வருவதைத் தடுக்கிறது. மாறு நிலை ஏற்படும் போது Q_3,Q_4 இரண்டும் கடத்தும் நிலையில் இருக்கும். இதனால் ஏற்படும் குறுகிய சுற்றினை 100 ஓம் மின்தடை தவிர்க்கிறது.

இம்முறை குழும வெளியீடு (Totem – Pole output) என்று அழைக்கப்படுகிறது. ஏனென்றால் Q_3 மேல் Q_4 அமர்த்தப்படுகிறது.

4.9.1 திறந்த ஏற்பி வெளியீடு (Open collector output)

பொதுவாகத் தொகுப்புச் சுற்று, குழும வெளியீடு நிலையிலேயே செயல்படும். ஆனால் இதன் மூலம் இரண்டு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட கதவுகளை இணைக்க முடிவதில்லை. பல வெளியீடுகளை இணைப்பதற்கு மேலும் ஓர் எதிர்ம உம்மிணைக் கதவோ அல்லது எதிர்ம அல்லதிணைக் கதவோ தேவைப்படுகிறது. TTL தொகுப்பு சுற்றில் இரண்டாவது வகையான அமைப்பு முறையைத் திறந்த ஏற்பி (Open collector) என்று அழைக்கப்படுகிறது. இதன் இணைப்பு படம் 4.10-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



படம்.4.10

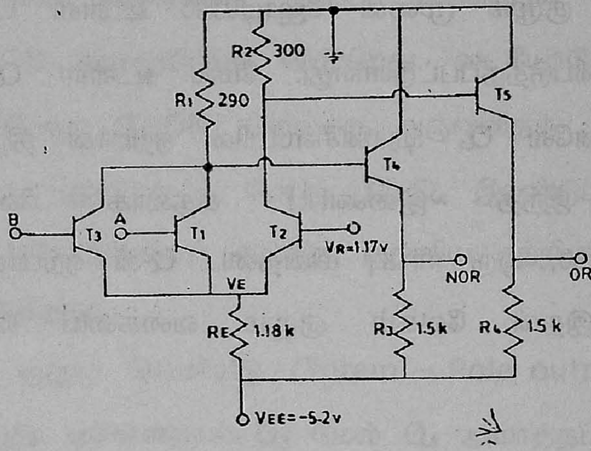
இங்கு குழும முனை ஜோடியில் உள்ள Q_4 டிரான்சிஸ்டர் மட்டும் பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளது. மேல் உள்ள Q_3 டிரான்சிஸ்டர் இல்லை. எனவே Q_4 டிரான்சிஸ்டரின் ஏற்பான் திறப்பு நிலையில் இருக்கும். இந்த இணைப்பு கதவாக வேலை செய்ய வேண்டுமானால், ஒரு ஈர்ப்பு மின்தடை Q-ன் ஏற்பானில் இணைக்க வேண்டும். இதன் வேகம் குழும வகையை விட குறைவாக இருக்கும்.

நன்மைகள்

ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட ஒரே வகையான பல கதவுகளைப் பொதுவாக ஒரு ஈர்ப்பு மின்தடை மூலம் ஒன்றாக இணைக்கலாம். இவ்வாறு இணைப்பு செய்வதன் மூலம் உம்மிணை இயக்கத்திற்குத் தனியாக ஓர் உம்மிணைக் கதவு தேவையில்லை.

4.10 உமிழ்வாய் - இணைப்பு வாதம் (Emitter Coupled Logic - ECL)

உமிழ்வாய் - இணைப்பு வாதம் ஒரு முன்னோட்ட முறையில் வேலை செய்யக்கூடிய வாதச் சுற்று ஆகும். இதன் இணைப்பைக் படம் 4.11-ல் காட்டியுள்ளவாறு இரண்டு டிரான்சிஸ்டரின் (ie. T_1 மற்றும் T_2) வெளிவாயானது ஒன்றாக இணைக்கப்பட்டு ஒரு மின்னோட்ட எடுத்துச் செல்லும் மின்தடை வழியாக மட்டும் கடத்தும்தன்மை பெறும் வண்ணம் உடையது. அதாவது ஒரு டிரான்சிஸ்டர் மின்சாரம் எடுத்துசெல்லும் போது மற்றொன்று எடுத்துச் செல்லாது. எந்த டிரான்சிஸ்டர் எடுத்துச் செல்கிறதோ அதைப் பொருத்து வாதச் சுற்று கிடைக்கும்.



படம் 4.11

மேற்கண்ட இணைப்பில் டிரான்சிஸ்டர் T_1 மற்றும் T_2 சாவி போன்று வேலை செய்கிறது. எனவே இந்தக் கதவு சுற்றுக்கு இரண்டு உள்ளீடுகள் உண்டு. அவை A, B ஆகும். T_1, T_2 டிரான்சிஸ்டர்களின் வெளியீடை வெளிவாய் பின்பற்றுவானாகப் (emitter follower) பயன்படுத்தப்படுகிறது. இவை T_4, T_5 வழியாகக் கொடுக்கப்பட்டு அதன் வெளிவாய்களிலிருந்து எதிர்ம அல்லதிணைக் கதவிற்கான வெளியீடு எடுக்கப்பட்டுள்ளது. வெளிவாய் பின்பற்றுவானாக வெளியீடு எடுப்பதால் குறைந்த வெளியீட்டு மின்னெதிர்ப்பு கிடைக்கிறது. T_2 – வின் அடிவாய்க்குப் பார்வை மின்னழுத்தம் $V_R = -1.17V$ கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

A,B உள்ளீடுகள் உயர்வாக இருக்கும்போது T_1, T_3 மின்னோட்டம் செல்லும் T_2 துண்டித்த நிலையில் (cut off) இருக்கும். எனவே T_2 வெளியீடு உயர்வைத் தொடர்பு கொண்டு செய்யும். T_3-ன் வெளி வாய் உயர்நிலையில் இருக்கும். இது ஒரு அல்லதிணையின் வெளியீடு ($i.e., A+B$) ஆகும்.

T_1, T_3 —ன் வெளியீடு தாழ்நிலையைத் தொடரும். T_4 —ன் வெளிவாய் தாழ்நிலையில் இருக்கும். இது எதிர்ம அல்லதிணை (ie, $\overline{A.B}$) வெளியீடாகும்.

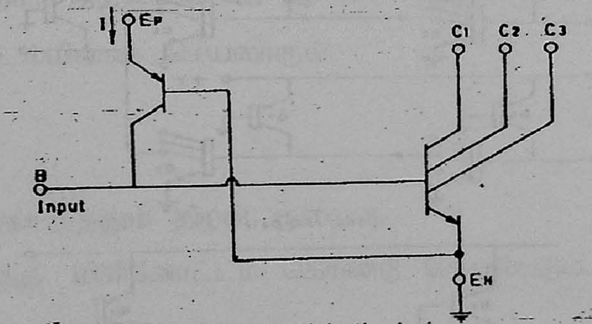
A,B உள்ளீடுகள் தாழ்வாக இருக்கும்போது T_1,T_3 துண்டித்த நிலையிலும் T_2 கடவு நிலையிலும் இருக்கும்.

இதனால் அல்லதிணைக் கதவின் வெளியீடு தாழ்நிலையாகவும், எதிர்ம அல்லதிணைக் கதவின் வெளியீடு உயர் அளவாகவும் இருக்கும்.

இந்த வகை வாதக் கதவுகள் அதிக வேகத்தில் இயங்கக்கூடியதாகவும், அதிகமான சுட்டு வெளியீடு உடையதாகவும் இருக்கிறது. மேலும் இரண்டு கதவுகளுக்கான வெளியீட்டைத் தருகிறது. ஆனால் குறைவான வாத வீச்சு (Swing) உடையது.

4.11 தொகுப்பு உட்செலுத்துகை (Integrated Injection Logic - I^2L)

இந்தச் சுற்றின் அமைப்பு எளிமையாகவும் சிற்றளவே உடையதாவும் இருக்கும். எனவே பெரிய அளவில் தொகுப்பைச் செய்ய முடிவதால் கவனிப்பு நினைவகங்கள் (watch circuit) ஆகியவற்றில் பயன்படுத்தப்படுகிறது.



படம்.4.12

இதன் அமைப்பு படம் 4.12-ல் காட்டப்பட்டுள்ளன. படத்தில் காட்டியுள்ளவாறு, பல ஏற்பிகள் கொண்ட ஒரு NPN டிரான்சிஸ்டர்,

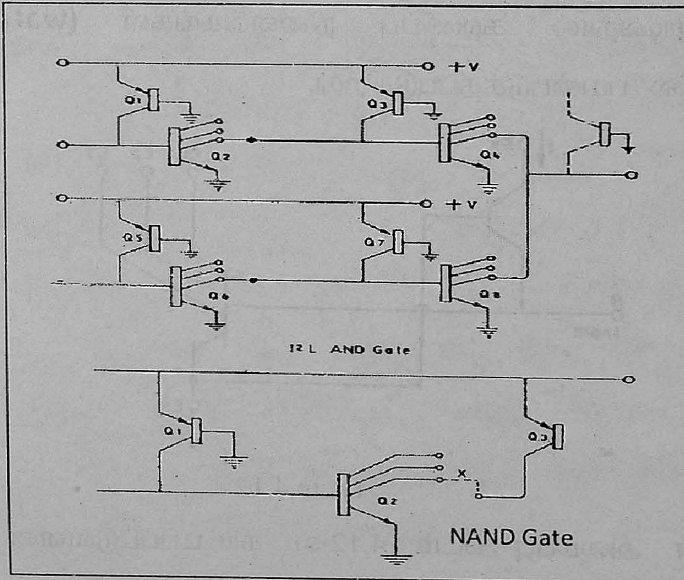
மின்னோட்ட மூலமாகச் செயல்படும். ஒரு PNP டிரான்சிஸ்டருடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளன.

PNP டிரான்சிஸ்டர் சிறுபான்மை ஏற்றிகளை NPN டிரான்சிஸ்டரின் வெளிவாயில் உட்செலுத்துகிறது. இந்த உள்ளீட்டை ஒளிமூலத்தின் மூலமும் பெறலாம். மேற்கண்ட அமைப்பு மின்மாற்றியாகச் செயல்படுகிறது.

4.12 I^2L தொகுப்பு உட்செலுத்தும் வாத கதவு

4.12.1 எதிர்ம உம்மிணைக்கதவு (NAND gate)

தொகுப்பு உட்செலுத்தும் வாத கதவுகள் உம்மிணைக் கதவுடனும் 1^2L மறுதலை மாற்றி கதவு (Inverter gate) சேர்ந்த இணைப்பு 1^2L எதிர்ம உம்மிணைக் கதவாகும். இதன் இணைப்பு படத்தில் (4.13) காட்டப்பட்டுள்ளன. இந்த மறுதலை மாற்றி சுற்று, தனியாக ஈர்பி (pull up) பெற்றிருப்பதில்லை. பல ஏற்பான்களைப் பெற்றிருக்கும் Q_2 விற்கு உள்ளீடு ஈர்ப்பு டிரான்சிஸ்டர் Q_1 லிருந்து கிடைக்கிறது. Q_1 ஒரு PNP டிரான்சிஸ்டர் ஆகும். இது மின்னோட்ட மூலமாகச் செயல்பட்டு Q_2-வைக் கடவுறச் செய்கிறது.



படம். 4.13

4.12.2 எதிர்மம் (NOT)

A= 1 ஆக இருந்தால் Q_2 சிறப்புறு ஆகும் A= 0 ஆக இருந்தால் Q_2 சிறப்புறாது இருக்கும். Q_2, திறப்பு நிலையில் (i.e., A=1) இருக்கும் போது வெளியீடு '0'வாகும். உள்ளீடு தரையில் இணைக்கப்படுவதால் வெளியீடு '0' ஆகும். Q_2 மூடிய நிலையில் இருக்கும்போது (ie A = 0) உள்ளீடு வெளியீட்டில் கிடைப்பதால் வெளியீடு 1 ஆகும்.

4.12.3 உம்மிணைக் கதவு (AND)

இரண்டு மறுதலை மாற்றி கதவுகளில் இருந்து வரும் வெளியீடுகளை மேலும் இரண்டு மறுதலை மாற்றிகளுக்குக் கொடுத்து வெளியீடுகளை ஒன்றாக இணைப்பதன் மூலம் உம்மிணை கதவு செயல்படுகிறது.

A = 0 எனக்கொண்டால் Q_2 மூடியும் மற்றும் Q_4 திறந்துமிருக்கும். எனவே C= 0 ஆகும். B = 0 எனக்கொண்டால் Q_6 மூடியும் மற்றும் Q_8 திறந்துமிருக்கும். எனவே C=0 ஆகும்.

இதிலிருந்து A,B = 0,0 எனக்கொண்டால் C = 0 ஆகும்.

இரண்டு வெளியீடும் A , B = 1 எனக்கொண்டால் Q_2 மற்றும் Q_6 ON ஆகும். இதனால் Q_4, Q_8 OFF ஆகும். எனவே C=1 ஆகும். இது ஒரு உம்மிணை செயலாகும்.

நிறைகள்

1. த ாமதப்படுத்தும் திறன் குறைவு.
2. குறைந்த மின்னோட்டம் கொண்டு செயல்படும்.
3. செலவு குறைவு.
4. அ க இரைச்சல் குறைவு,

குறைகள்

1. அதிக சிக்கலானது.

2. வெளி இரைச்சல் தடுப்புத்தன்மை குறைவு.

4.12.4 TTL துணைக்குழுக்கள்

TTL துணைக்குழுக்கள் முறையில்

(i) இரைச்சல் தடுப்பாற்றல் மிகவும் நன்றாக இருக்கும்.

(ii) தரமான TTL தொகுப்புச்சுற்று 5V-ல் வேலை செய்யக்கூடியது.

(iii) இதன் மின் இழப்பு 12mw/கதவு வரையும், செயல்பாட்டு நேரத்தாமதம் 10ns/கதவு வரையும், இருக்கும். T^2L-ல் பல துணைக்குழுக்கள் உள்ளன. அவைகளின் பண்புகள் கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

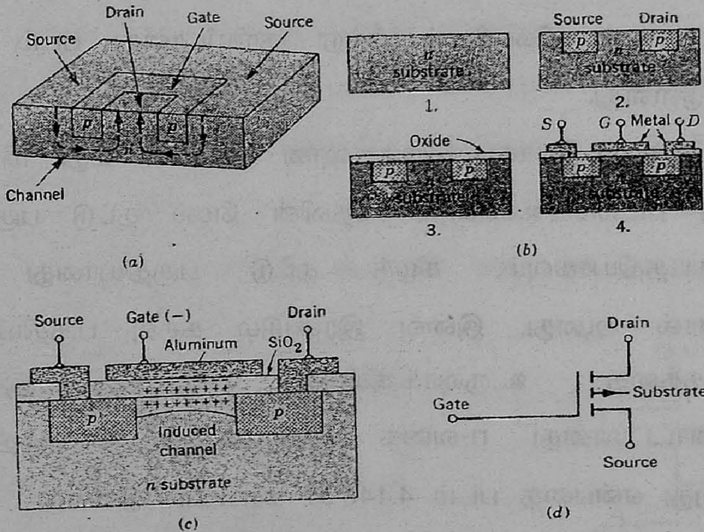
பெயர்	வரிசைகள்	மின்னிழப்பு mw	செயல்பாட்டு நேரத்தாமதம் ns / கதவு
தாழ்திறன் T^2L	74L	1	33
உயர்திறன் T^2L	74H	22	6
ஸ்காட்கி இணைப்பு T^2L	74S	20	3
உயர்திறன் ஸ்காட்கி இணைப்பு T^2L	74LS	2	10

4.13 உலோக ஆக்ஸைடு குறைக்கடத்துச் சுற்றுகள் - MOS சுற்றுகள்

உலோக ஆக்ஸைடு குறைக்கடத்துச் சுற்றுகள் (Metal – oxide semi conductor circuit) – MOS சுற்றுகள் ஆகும். MOS

சுற்றானது அனைத்து வகையான இருமுனை சுற்றை விவரிக்கவும் மற்றும் மாற்றுவகை டிரான்சிஸ்டர்களிலும் பயன்படுகிறது. மேலும் மற்றொரு வகை டிரான்சிஸ்டர் FET ஆனது (அதிக அளவிலான தொகுப்பானதாகப் (LSI) பன்படுத்தப்படுகிறது. இவற்றை உருவாக்குவது கடினம். அளவில் சிறியது மற்றும் இவற்றின் குறைந்த திறன் இழப்பானது எதிர் காரணியை சமப்படுத்துகிறது. MOS–ஐ பயன்படுத்தி அமைக்கப்பட்ட FET ஆனது, அதிக நினைவக வரிசைகளில் (large arrays) பயன்படுகிறது. MOS •–ஐ பயன்படுத்தி அமைக்கப்படும் FET, MOSFET என அழைக்கப்படுகிறது.

படம் 4.14a, P-வகை FET-ன் குறுக்குவெட்டு பரப்பைக் காட்டுகிறது. படம் 4.14b, n - வகை படலம். இது முத லில் உருவாக்கப்பட்டுள்ளது.



படம். 4.14

அடுத்து படம் 4.14 b- ல் காட்டியவாறு n-வகை படலத்தின் மீது P – வகை பகுதிகள் செலுத்தப்படுகிறது. இந்த அமைப்பு பரப்பு

முழுவதும் மின்கடத்தா ஆக்ஸைடு படலம் பூசப்பட்டுள்ளது. இவற்றைப் படம் 4.14c-ல் காணலாம். படம் 4.14d-ல் துளைகளின் (holes) மூலம் ஆக்ஸைடு படலம் துண்டித்து அதன் வழியே P– வகைக்கு உலோக இணைப்பு கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. மேலும் மெல்லிய உலோகத் தகடு G(கதவு) ஆனது நடுப்பகுதியில் உள்ள ஆக்ஸைடு படலத்தின் மீது அமைக்கப்பட்டுள்ளது.

மேற்கண்ட அமைப்பின் வழியே எந்த ஒரு மின்னோட்டமும் செலுத்தாதபோது ஒரு டையோடின் உள்ளீடாக அமைகிறது. மேலும் PNP சந்தியில் PN சந்தியைத் தொடர்ந்து NP சந்தி வந்தால் மட்டுமே மூலத்திலிருந்து வடிகாலிற்கு மின்னோட்டம் பாயும்.

கீழ்கண்ட வழிமுறைகளில் கதவானது மின்னோட்ட ஓட்டத்தைக் (current flow) கட்டுப்படுத்தவும், மின்னோட்ட ஓட்டத்தை உருவாக்கவும் பயன்படுகிறது. இங்கு மூலம் தரையுடனும், வடிகால் மின்தடை எதிர்மின்னழுத்ததுடனும் இணைக்கப்பட்டுள்ளது.

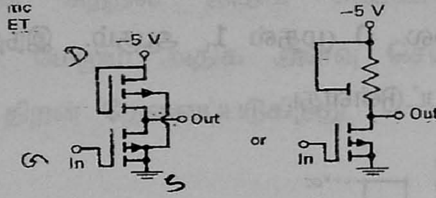
FET – ன் மின்னியல் சுற்று குறியீடானது படம் 4.14d–ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

FET ன் உலோகப் பரப்பாலான கதவின் மீது மின்கடத்தா ஆக்ஸைடு படலம் உள்ளது. கதவின் மேல் தட்டு பகுதியானது குறை கடத்தியாகவும், கீழத் தட்டு பகுதியானது n-வகை படலத்தினால் ஆனது. இவை இரண்டும் கதவு பகுதியில் எதிர் மின்னழுத்தத்தை உருவாக்குகிறது. இதற்கு இணையான நேர்மின்னோட்டமானது n-வகை குறைகடத்தி, படலத்தின் மீது உருவாகிறது என்பதை படம் 4.14c-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

தேவையான அளவு மின்னழுத்தமானது கதவிற்குக் கொடுக்கும்போது, முடிவில், அமைப்பு முழுவதும் நேர் மின்னூட்டம் தோன்றுவதால் இந்த அமைப்பு P – வகையாகச் செயல்படுகிறது.

இதனால் இவ்வகை மாஸ்.ஃ.பெட் – ஆனது P –மாஸ்.ஃ.பெட் என அழைக்கப்படுகிறது.

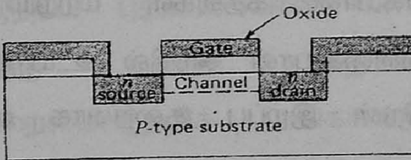
தலைகீழாக்கிச் சுற்றை உருவாக்குவதில் சாவி சுற்றான Switching circuit – ல் FET பயன்படுகிறது. சுற்றின் தரைநிலை, உள்ளீடு மற்றும் வெளியீடு அமைப்பு படம் 4.15-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது. மாஸ்.ஃ.பெட் சுற்றை எளிதில் அமைப்பதற்குச் சாதாரண மின்தடைக்குப் பதிலாக வேறொரு FET ஐ பயன்படுத்தலாம். இந்த சுற்று படம் 4.15-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

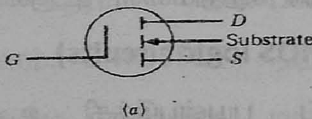


படம்4.15

கதவானது வடிகால் மின்னழுத்தத்தில் இருக்கும் பொழுது FET – ஆனது உயர் மின்தடையாக இருப்பதால் இவற்றின் மின்தடை கதவு பரப்பானது குறைக்கப்படுகிறது.

இவ்வகையான FET – ஐ சில தயாரிப்புகள் சாதாரண குறியீடு பயன்படுத்தியும், சில தயாரிப்புகள் மின்தடை + நீண்ட அலகு (resistor – plus – bar) குறியீடு பயன்படுத்தியும் உருவாக்கப்பட்டுள்ளது என்பது படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளது.

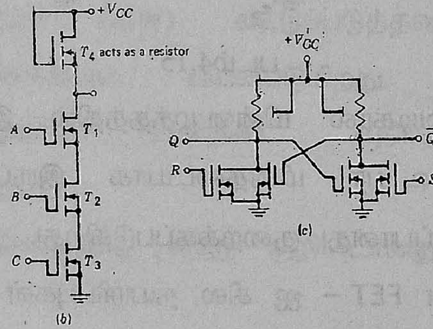




படம் 4.16

மூலம் மற்றும் வடிகாலை பயன்படுத்தி P –வகை படலத்திடம் n-வகையை டிரான்சிஸ்டர் உருவாக்கப்படுகிறது. மேலும் n-வகை சுற்று வரைபடத்தின் குறியீடு மற்றும் தலைகீழ்ச் சுற்றுப் படம் 4.16 (a) மற்றும் 4.16 (b) காட்டப்பட்டுள்ளது.

இந்தச் சுற்று நேர் மின்னழுத்தத்தில் பயன்படுத்தப்படுகிறது மற்றும் இவற்றின் செயல்பாடானது NPN தலைகீழ் டிரான்சிஸ்டர் சுற்றை போன்றே உள்ளது. இந்த வகையான MOS ஆனது NMOS என அழைக்கப்படுகிறது. NMOS ஐ பயன்படுத்தி அமைக்கப்படும். இதன் வாத எல்லை 0 முதல் 1 ஆகும். இந்த அமைப்பு படம் (4.17 a)-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



படம்4.17

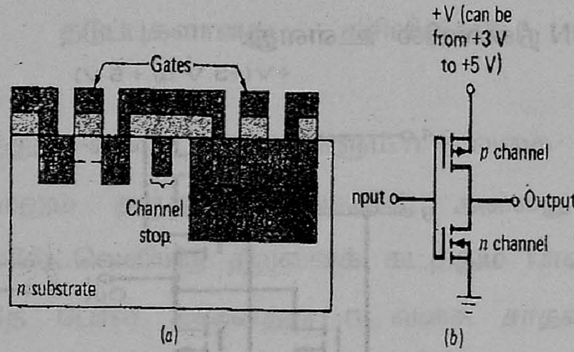
இந்தச் சுற்றில் ஏதாவது ஓர் உள்ளீடு 1 ஆக இருந்தாலும் சுற்றானது செயல்படுகிறது. மேலும் அதன் வெளியீடு 0.8V வரை தருகிறது. NMOS பல வகையான கதவுகள் மற்றும் நிலை மாறிகளில் பயன்படுகிறது. இவ்வகையான சுற்றில் உயர்மின்தடை பயன் படுத்துவதன் மூலம் திறன் இழப்பு குறைவாக உள்ளது. மேலும் அதிக எண்ணிக்கையிலான சுற்றுகளை உருவாக்க முடியும்.

4.14 COMS வாதச் சுற்றுகள் (CMOS logic circuits)

ஒரு தொகுப்புச் சுற்றைப் பயன்படுத்தி உருவாக்கப்பட்ட MOS/FET ஆனது CMOS FET (நிரப்பும் MOS/FET) என

அழைக்கப்படுகிறது. இந்த CMOSFET ஆனது உண்மையில் வான்வெளியில் மற்றும் கடல் வரைபட நிறுவனங்களின் பல உருவாக்க வளர்ச்சிகாக உருவாக்கப்பட்டது. CMOSFET செயற் பாட்டிற்குக் குறைந்த திறனே தேவைப்படுகிறது. மற்றும் இவற்றின் இரைச்சல் குறைவு.

இந்தச் சுற்று எப்போதும் அதிவேக முறைமை வரிகளுக்கு மெதுவான இயக்கத்தைத் தருகிறது. ஆனால் ஒற்றைச் சில்லுக்கு (Single chip) மின் சுற்றில் அதிக எண்ணிகையிலான சுற்றை அமைக்க முடியும். மேலும் அதிக அளவு செயற்பாட்டிற்குப் பிறகு மட்டுமே, மீண்டும் திறன் தேவைப்படுகிறது.

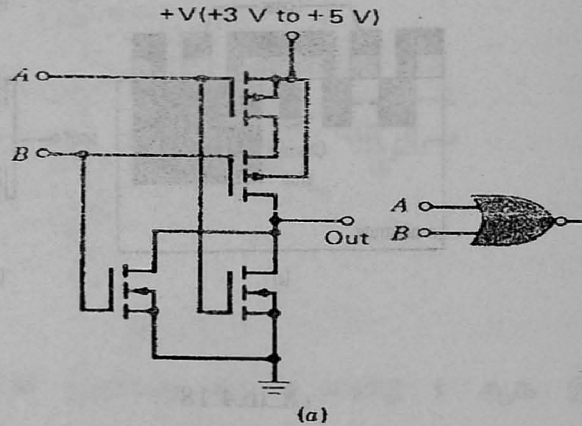


படம்.4.18

இந்தப் புதுவகையான CMOSFET சுற்றானது அதிவேகச் செயற்பாடு மற்றும் அதிகப் பயன்பாடு உள்ளதால் நுண்முறைமைபடுத்திக் கொண்டு உருவாக்கப்பட்ட அனைத்து மின்னியல் நேரம் கணிப்பி மற்றும் கணிப்பான்களில் பயன்படுத்தலாம். CMOSFET சுற்றானது படம் 4.18-ல் காட்டியவாறு P-வகை மற்றும் n–வகை டிரான்சிஸ்டர் கொண்டு அமைக்கப் பட்டுள்ளது.

இந்த எளிய வகை CMOS தொகையீட்டுச் சுற்றானது உள்ளீட்டிலிருந்து இறுக்கமாகிப் பிணைக்கப்பட்ட இரு கதவுகளும், மற்றும் வெளியீட்டிலிருந்து இறுக்கமாகப் பிணைக்கப்பட்ட இரு வடிகால்களும் கொண்டு ஒரு N வகை மற்றும் ஒரு P வகை MOS டிரான்சிஸ்டர் போன்றதாகும்.

படம் 4.19-ல் காட்டப்பட்ட சுற்றானது அடிப்படைத் தொகையீட்டுத் தலைகீழாக்கிச் சுற்றாகும். இங்கு உள்ளீடானது தரைநிலைக்கு அருகில் இருக்கும்போது மூலத்தில் இருந்து வடிகாலிற்குச் செல்லும் மின்னழுத்தம் P-வகை முக்கடத்தியை அணுகுவதால் இந்த மின்னழுத்தத்தின் மதிப்பு + V ஆகும். எனவே P வகை ON நிலையில் உள்ளது.



படம்.4.19

ஒரு குறைமின் தடையானது தரப்படும் மின்னழுத்தம் மற்றும் வெளியீட்டிற்கு இடையிலும், ஓர் உயர்மின்தடையானது வெளியீடு மற்றும் தரைக்கு இடையில் அமைக்கப்பட்டுள்ளது. ஏனெனில் வெளியீட்டில் மின்னழுத்தமானது n-வகை டிரான்சிஸ்டரை அணுகுவதால் அதன் மின்னழுத்தம் +V அளவும், P –வகை OFF

நிலைக்கும் வருகிறது. அதாவது n வகை ON நிலையை அடைகிறது.

இந்த CMOS சுற்றிற்கு எப்போதும் குறைந்த திறனே தேவைப் படுகிறது. ஏனெனில் இந்தச் சுற்றில் ஏதாவதொரு மாஸ்பெட் எப்போதும் மூடிய நிலையில் இருக்கிறது.

இந்த மூடிய நிலைகளினால் சுற்றின் வழியே செல்லும் மின்னோட்டக் கசிவுக் குறைவு ஆகும். மேலும் N மற்றும் P வகை மாஸ்பெட் உயர் மின்தடை கொண்டதாக உள்ளது.

CMOS, உலோகம் மற்றும் சிலிக்கான் கதவு தொழில் நுட்பத்தில் பயன்படுகிறது. மேலும் இரண்டு டிரான்சிஸ்டர்களுக்கு இடையே உள்ள தடுப்புகளானது கசிவினைக் குறைத்து பாதுகாக்கிறது.

இங்கு அனைத்து p -வகை சாதனங்களும் n – வகை தடுப்பால் சூழப்பட்டுள்ளது. மேலும் தகுந்த இடங்களில் அல்லது ஏற்றுக் கொள்ளத்தக்க சூழலில் வெளியீடு திறனைக் கடத்தும் பாதையாகச் செயல்படுகிறது. இதே போல் அனைத்து n வகை சாதனங்களும் P – வகை தடுப்பால் சூழப்பட்டுள்ளது.

ஒவ்வொரு துணை உள்ளீட்டிற்கும் ஒரு ஜோடி P மற்றும் N வகை MOS முக்கடத்தி தேவைப்படுகிறது. இந்தவகை சுற்றுகளுக்குக் குறைந்த திறனும், போதுமான வேகமும் மற்றும் இரைச்சல் தடுக்கும் தன்மையும் உள்ளது.

கேள்விகள்:

1. எதிர்மக் கதவு என்பது என்ன?
2. டிரான்சிஸ்டருடன் கூடிய எதிர்மக் கதவின் வாதியல் மின்சுற்றுப்படம் வரைக. இதன் உண்மை அட்டவணையையும் வரைக.
3. டிரான்சிஸ்டருடன் கூடிய எதிர்மக் கதவின் செயலை விவரிக்க.
4. DTL சுற்றுக்கள் என்பவை யாவை?
5. தெவிட்டிய வாதியல் சுற்றுக்கள் என்பவை யாவை?
6. ஒருங்கமைவுச் சுற்றுக்களில் இரு வகைகள் யாவை?
7. தெவிட்டுக் காலம் தாழ் நேரம் என்றால் என்ன?
8. DTL சுற்றுக்களின் குறைகள் யாவை?
9. TTL சுற்றுக்களில் அடுக்கு வெளியீடு டிரான்சிஸ்டர்கள் ஏன் பயன்படுத்தப்படுகின்றன?
10. வாதியல் சுற்றுக்களில் முக்கியமாகப் பயன்படுபவை யாவை?
11. டயோடு வாதியல் சுற்றின் குறைகளை விவரிக்க.
12. டிரான்சிஸ்டருடன் கூடிய எளிய வாதியல் சுற்று செயல்படும் விதத்தை விவரி.
13. DTL சுற்றுகளின் சிறப்பியல்புகள் யாவை?
14. TTL சுற்றுகளின் சிறப்பியல்புகள் யாவை?
15. ECLL சுற்றின் குறை யாது? அ்.து எவ்வாறு ஏற்படும் என்பதைச் சுருக்கமாக எழுதுக.
16. PN சந்தி டயோடு ஒன்று சாவியைப் போல எவ்வாறு செயல்படுகிறது என்பதை விவரிக்க.
17. டயோடுகளுடன் கூடிய உம்மிணைக் கதவு மற்றும் அல்லதிணைக் கதவுகளின் செயல்பாடுகளை விவரி.
18. டயோடு மற்றும் டிரான்சிஸ்டருடன் கூடிய எதிர்ம உம்மிணைக் கதவின் மின் சுற்றுப்படம் வரைந்து அது செயல்படும் விதத்தை விவரி.

19. எதிர்ம உம்மிணைக் கதவாகச் செயல்படும் ஒரு டிரான்சிஸ்டர் டிரான்சிஸ்டர் வாதியல் மின் சுற்றை வரைந்து அது செயல்படும் விதத்தை விவரிக்க. இச்சுற்றின் சிறப்பியல்பு மற்றும் குறைகளைக் கூறுக.

20. நேர் பிணைப்பு டிரான்சிஸ்டர் வாதியல் சுற்று என்றால் என்ன? நேர் பிணைப்பு டிரான்சிஸ்டர்களுடன் கூடிய எதிர்ம அல்லதிணைக் கதவுச் சுற்றுப்படம் வரைந்து செயல்படும் விதத்தை விவரிக்க. இச்சுற்றமைப்பின் குறையை விவரிக்க.

இயல்-5

சுருக்கும் முறைகள்

(Minimization techniques)

5.1 அடிப்படை பெருக்கற் பலன்கள்

எண்ணிலக்க அமைப்பு ஒன்றில் A மற்றும் B என்ற இரு உள்ளீடுகள் இருப்பதாகக் கொள்வோம். பெருக்கல் முறையில் இவ்விரு உள்ளீடு மாறிகளைக் கீழ்க்கண்ட முறையில் பெருக்கலாம்.

(i) AB (ii) $\overline{A}B$ (iii) $A\overline{B}$ (iv) $\overline{A}\,\overline{B}$

இந்தச் சேர்க்கைகளை அடிப்படைப் பெருக்கல்பலன் என்பர். உம்மிணைக் கதவு ஒன்றிற்கு உள்ளீடாகக் கொடுப்பதன் மூலம் இவைகளின் மதிப்புகளைப் பெறலாம்.

$Y = AB$. யில் $A = 1$ மற்றும் $B = 1$ என்றால் $Y = 1$

$Y = \overline{A}B$ யில் $A = 0$ மற்றும் $B = 1$ என்றால் $Y = 1$

$Y = A\overline{B}$ யில் $A = 1$ மற்றும் $B = 0$ என்றால் $Y = 1$

$Y = \overline{AB}$ யில் $A = 0$ மற்றும் $B = 0$ என்றால் $Y = 1$

இதற்கான வெளியீடு அட்டவணை 5.1-ஐப் பின்வருமாறு எழுதலாம்.

அட்டவணை 5.1

A	B	AB	$\overline{A}$ B	A$\overline{B}$	$\overline{A}$ $\overline{B}$
0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	1	0
0	1	0	1	0	0
1	1	1	0	0	0

இதே போல் மூன்று மற்றும் நான்கு உள்ளீடு மாறிகளுக்கான அடிப்படைப் பெருக்கற்பலன்களாவன $\overline{ABC}$, ABC, $\overline{A}BC$,

$A\overline{B}C, AB\overline{C}, \overline{A}\,\overline{B}\,\overline{C}$,$\overline{A}BC$, $A\overline{BC}$, $\overline{ABC}$ 4 மாறிகளுக்கு 16 பெருக்கற் பலன்களும் உள்ளன.

கொடுக்கப்பட்ட உள்ளீடு சேர்க்கை ஒன்றிற்கு எந்தப் பெருக்ல்பலன் வெளியீடாக 1-ஐ தருகின்றதோ அதை அடிப்படைப் பெருக்கல்பலன் என்பர். எடுத்துக்காட்டாக $A \ B = 0 \ 0$ என்ற உள்ளீட்டிற்கு $\overline{A}\,\overline{B}$ என்ற சேர்க்கை $Y=1$ என்ற வெளியீட்டைத் தரும். எனவே $\overline{A}\ \overline{B}$ என்பது அடிப்படைப் பெருக்கல்பலனாகும். இதே போல் 0 1 என்ற உள்ளீட்டிற்கு $\overline{A}B$ என்ற சேர்க்கை $Y=1$ என்ற வெளியீட்டைத் தருவதால் $\overline{A}B$ அடிப்படை பெருக்கல்பலனாகும்.

5.2 பெருக்கல்பலன்களின் கூடுதல்

கொடுக்கப்பட்ட பூலியன் சமன்பாடு ஒன்றிற்கு அதிலுள்ள ஒவ்வொரு மாறிக்கும் 0 அல்லது 1 மதிப்புகளைப் பதிலீடு செய்து கிடைக்கும் வெளியீடுகளைக் கொண்டு, அந்தப் பூலியன் சமன்பாட்டிற்கான வெளியீடு அட்டவணையைப் பெறலாம். இதே போல் வெளியீடு அட்டவணை ஒன்று கொடுக்கப்பட்டிருந்தால், அதில் வெளியீடு 1 பெறுவதற்கான அடிப்படைப் பெருக்கற்பலன் களைக் கண்டு அவைகளின் கூட்டுத் தொகையைக் காண்பதன் மூலம் கொடுக்கப்பட்ட வெளியீடு அட்டவணைக்கான பூலியன் சமன் பாட்டைப் பெறலாம். அதாவது அடிப்படைப் பெருக்கற்பலன்களை அல்லதிணைச் சேர்க்கை மூலம் சேர்ப்பதை "பெருக்கற்பலன்களின் கூடுதல்" (SOP) என்பர்.

எடுத்துக்காட்டு

அட்டவணை 5.2

A	B	Y
0	0	0
1	1	1
1	0	1
1	1	0

அட்டவணை 5.2-ல் கொடுக்கப்பட்டுள்ள வெளியீடு மதிப்புகளில் முதல் வரிசையில் $A = 0,\ B = 0$. எனவே $AB = 0$ இரண்டாவது வரிசையில் $A = 0, B = 1$ என்ற உள்ளீட்டிற்கு வெளியீடு 1. இதற்கான அடிப்படைப் பெருக்கற்பலன் $\overline{A}B$ மூன்றாவது வரிசையில் $A = 1,\ B = 0$ க்கான வெளியீடு 1. இதன் அடிப்படைப் பெருக்கற்பலன் $A\overline{B}$. நான்காவது வரிசையில் வெளியீடு 0 அதனால் அடிப்படைப் பெருக்கற்பலன் இல்லை. வெளியீடு 1ஐக் கொடுக்கக் கூடிய பெருக்கற்பலன்களை அல்லதிணைவு முறையில் சேர்த்தால் கிடைப்பது. $Y = \overline{A}B + A\overline{B}$.

அட்டவணை 5.3

A	B	C	Y
0	0	0	0
1	0	0	0
0	1	0	0
0	0	1	0
1	1	0	0
0	1	1	1
1	0	1	1
1	1	1	0

மூன்று உள்ளீடு அல்லது மாறிகளுக்கான வெளியீடு அட்டவணை 5.3-ல் 6வது மற்றும் 7வது வரிசையில் மட்டுமே வெளியீடு 1 ஆகக் கிடைக்கிறது. $A = 0,\ B = 1, C = 1$ என்ற உள்ளீட்டிற்கு அடிப்படைப் பெருக்கற்பலன் $\overline{A}BC$. இதே போல்,

$A=1, B=0, C=1$ என்ற உள்ளீட்டின் பெருக்கற்பலன் $A\overline{B}C$. இவ்விரண்டையும் அல்லதிணைவு சேர்க்கையில் சேர்த்தால் பூலியன் சமன்பாடு கிடைக்கும், $Y=\overline{A}BC+A\overline{B}C$.

மேற்கூறிய இரண்டு எடுத்துக்காட்டுகளிலும் விளக்கப்பட்ட பெருக்கற்பலனின் கூடுதல் முறையில் பெறப்பட்ட பூலியன் சமன்பாடுகளை உம்மிணை – அல்லதிணை சுற்றுப்படங்களினால் குறிப்பிடலாம்.

5.3 காரணிப்படுத்தும் முறை

கொடுக்கப்படும் மெய் அல்லது வெளியீடு அட்டவணையிலிருந்து பெருக்கற்பலன்களின் கூடுதல் முறையில் பூலியன் சமன்பாட்டைப் பெற்று அதன் உம்மிணை – அல்லதிணை கதவுகளின் சுற்றைப் பெறும் முறையைக் கண்டோம். சில வகைகளைத் தவிர மற்ற பூலியன் சமன்பாடுக்களுக்கான உம்மிணை – அல்லதிணை வலைச் சுற்றுக்களில் அநேக கதவுகளைப் பயன்படுத்த வேண்டியிருப்பதால் அதிக உள்ளீடு முனைகள் தேவைப்படும். இதனால் சுற்றின் அமைப்பிற்கு அதிகப் பணச் செலவாகும். எனவே பூலியன் சமன்பாட்டை அப்படியே பயன்படுத்துவதற்குப் பதில் அதைக் காரணிப்படுத்தும் முறையில் சுருக்கலாம்.

$(A+\overline{A})$ அல்லது $(B+\overline{B})$ அல்லது $(C+\overline{C})$ என்ற காரணிகளின் மதிப்பு 1 ஆகும். இதனால் சமன்பாட்டின் காரணிகளின் எண்ணிக்கைக் கணிசமான அளவு குறையும்.

எடுத்துக்காட்டாக,

$Y=AB+\overline{A}B$ என்ற சமன்பாட்டை

$Y=(A+\overline{A})B$ என்று எழுதலாம். $A+\overline{A}=1$, ஆதலால்

$Y=B$ என்று சமன்பாட்டைச் சுருக்கலாம்.

5.4 குறும்சொற்கள் மற்றும் நெடும்சொற்கள் (Minterms and Maxterms)

பூலியன் அல்ஜீப்ரா முக்கிய தேற்றங்களில் ஒன்றாக ஒரு கோவையில் பெருக்கலின் (AND) கூடுதலாக (OR) எழுதி சுருக்க முடியும் என்பதாகும். இம்முறைகளைச் சாதாரண நேர் முறையிலோ அல்லது நிரப்பிகள் (Complement) முறையிலோ எளிதில் செய்யலாம்.

எடுத்துக்காட்டாக, $A+B$ சொல்லை நிறைய பெருக்கல் சொற்களின் கூடுதல்களாக எழுதலாம். இவ்வாறாகப் பெரு க்கல் சொற்களாக எழுதுவதைக் குறும்சொல் (Min Term) எனக் குறிப்பிடுக்கிறோம். மேற்கூறிய $A+B$ ஐ இவ்வாறாக எழுதலாம்.

$$
\begin{aligned}
A+B &= A.1+B.1 \\
&= A(B+\overline{B})+B(A+\overline{A}) \\
&= AB+A\overline{B}+B\overline{A}+AB \\
&= AB+A\overline{B}+\overline{A}B
\end{aligned}
$$

இங்கு $AB, \overline{A}B, A\overline{B}$ ஆகியன குறும் சொல்லாகும். இங்கு A மற்றும் B என்ற இரு மாறிகளுமே உள்ளன. இவை நேரடியாகவோ அல்லது நிரப்பிகளாகவோ உள்ளன. இவ்வாறு விரிவாக விரித்து எழுதலாம். மேலும் பூலியன் செயல்முறைகளில் விரித்து எழுதுவதற்கான முறைகளை இங்கு காண்போம்.

1. பூலியன் செயல்களில் உள்ள அனைத்தும் சொற்களையும் எழுத வேண்டும்.
2. ஒவ்வொரு சொற்களையும் X வடிவில் எழுத வேண்டும்.
3. எல்லா X சொற்களையும் சேர்த்து எழுத முடியுமோ அந்த அளவிற்கு எழுத வேண்டும். (நிரப்பிகளுக்கு 0 ஆகவும், நிரப்பி குறியில்லாதவற்றிற்கு 1 ஆகவும் எழுத வேண்டும்).
4. மிகையான சொற்களை விலக்க வேண்டும்.

எடுத்துக்காட்டு

$BC = A$ என்ற குறுஞ்சொல்லைக் காண்.

தீர்வு

வரிசை 1 : பூலியன் சொல் வடிவில் எழுத வேண்டும் $BC + A$

வரிசை 2 : ABC வராத இடங்களில் X என்று குறிப்பிட வேண்டும்.

$X BC = A X X$

வரிசை 3 :X-ன் சேர்க்கைகளை ஒவ்வொரு சொல்லிலும் பயன்படுத்தி முடிந்த வரை குறுஞ்சொற்களை உருவாக்கலாம்.

$X BC$ லிருக்கும் X-னை பின்வருமாறு மாற்றி எழுத வேண்டும்.

$\longrightarrow \quad \bar{A}BC, ABC$

மேலும் $A XX = \quad A\overline{B}\overline{C}, \overline{A}BC, AB\overline{C}, ABC$

இவ்வாறாக, $BC + A = \bar{A}BC + ABC + A\overline{B}\overline{C} + A\bar{B}C + AB\bar{C} + ABC$

வரிசை 4 : மிகையான சொற்களை விலக்க வேண்டும்.

$$BC + A = \bar{A}BC + ABC + A\overline{B}\overline{C} + A\bar{B}C + AB\bar{C}$$

சமன்பாட்டின் இருபுறமும் சமனிடுவதற்கு வலப்புறம் பூலியன் இயற்கணிதம் முறையில் சுருக்க வேண்டும்.

$$\bar{A}BC + ABC + A\overline{B}\overline{C} + A\bar{B}C + AB\bar{C}$$

$$= BC(\bar{A} + A) + A\bar{B}(\bar{C} + C) + AB\bar{C}$$

$$= BC + A\bar{B} + AB\bar{C}$$

$$= A\bar{B} + B(C + A\bar{C})$$

$$= A\bar{B} + B(A + C)$$

$$= A\bar{B} + BA + BC$$

$$= A(\bar{B} + B) + BC$$

$$= A + BC$$

=L.H.S

∴ L.H.S = R.H.S.

குறுஞ்சொல் முறையில் சுருக்கமாக எழுதுவதற்கு நிறைய நேரம் தேவைப்படுவதால் எழுத்து வடிவில் எழுதுவதற்குப் பதிலாக

குறிப்பு முறையில் (notational method) எழுதப்படுகிறது. இங்கு நேரடியாக எழுதுவதை 1 எனவும், நிரப்பியாக எழுதுவதை 0 எனவும் ஈரடி முறையில் எழுதுகிறோம்.

இவ்வாறாகப் பத்தடிமான எண் முறையில் குறுஞ்சொற்களை எழுதலாம். சில சந்தர்ப்பங்களில் குறுஞ்சொற்களைப் பத்தடிமான எண்முறையைப் பயன்படுத்தி m என்ற அடிக்குறியில் எழுதலாம். m என்பது பத்தடிமானத்திற்குச் சமமான ஈரடி வடிவாகும். இவ்வாறு m என்று எழுதுவது குறுஞ்சொல் குறிப்பீடாகும் (Minterm designator).

எடுத்துக்காட்டாக, $A\overline{B}C$ -ன் குறுஞ்சொல் குறிப்பிடுகளைப் பின் வருமாறு எழுதலாம்.

•மேற்கோடிட்ட எண்களுக்கு (Barred) 0 எனவும், கோடிடப்படாத (Unbarred) எண்களுக்கு 1 எனவும் எழுதவேண்டும். எனவே, $A\overline{B}C =$ 101 ஆகும். 101ன் பத்தடிமான எண் 5 ஆகும். எனவே $A\overline{B}C$ -ன் குறுஞ்சொல் குறிப்பீடு 5 ஆகும். குறுஞ்சொல் குறிப்பீடானது பெரும்பாலும் மெய்யட்டவணையிலும் வரைபடத்திலும் பயன்படுகிறது. பூலியன் சொற்றொடர்களைக் கூட்டலின் பெருக்கலாக எழுதலாம்.

எடுத்துக்காட்டாக, சொற்றொடர்

$$XY + \overline{X}\,\overline{Y} (= XX + XY + \overline{X}\,\overline{Y} + Y\overline{Y})$$
$$= (X + \overline{Y})(\overline{X} + Y)$$

இவை கூடுதலின் பெருக்கல் குறிப்பீடாகும். அடைப்புக் குறியில் குறிப்பிடப்பட்டுள்ளவை நேர் அல்லது நிரப்பி வடிவிலான சொல் ஆகும். இதனை நெடுஞ்சொற்கள் (Maxterms) என அழைக்கிறோம். நெடுஞ்சொற்கள் பத்தடிமான எண்களைப் பயன்படுத்திச் சுருக்கமாக எழுதப்படுகின்றன. நெடுஞ்சொற்களைப் பயன்படுத்தி மேற்கோடிடப்பட்ட எண்களுக்குப் பதிலாக 1 எனவும் மேற்கோடிடப்படாத எண்களுக்குப் பதிலான 0 எனவும் மாற்றி எழுத

வேண்டும். இவ்வாறு எழுதப்படும் ஈரடி எண்களின் முழு வடிவ முறையே நெடுஞ்சொல் முறையாகும்.

எடுத்துக்காட்டாக,

$(X+Y+\overline{Z}+\overline{U})(X+\overline{Y}+Z+\overline{U})$ என்பதை ஈரடியாக எழுத

$$=\pi(0011,0101)$$
$$=\pi(3,5)$$

அல்லது $\pi M(3,5)$

அடைப்புக்குறிக்கு முன் M என்ற முறையில் எழுதி நெடுஞ்சொல் என குறிக்க வேண்டும்.

5.5 கார்னோ பட முறை (Karnaugh Map)

காரணிப்படுத்தும் முறையை இயற்கணித (அல்ஜீப்ரா) முறையில் செய்ய முடியும் என்றாலும், இதைவிடச் சிறந்த கார்னோ பட முறை பூலியன் சமன்பாடுகளைச் சுருக்கப் பயன்படுகின்றது. இம்முறையில் அடிப்படை பெருக்கற்பலன் காரணிகள் ஒரு அட்டவணை வடிவில் குறிக்கப்படுகின்றன.

வாதியல் மின்சுற்றுகளை எளிமையாக்க கார்னோ படம் பயன்படுகிறது. உள்ளீடு அளவுகளுக்கேற்ப எந்த அடிப்படை அளவுகளின் பெருக்கற்பலனானது 1 ஐக் கொடுக்கும் என்பதை கார்னோ படம் காட்டுகிறது.

ஓர் மெய் அட்டவணைக்குக் கார்னோ படம் எவ்வாறு வரைய வேண்டும் என்பது கீழே விரிவாகக் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

5.5.1.கார்னோ படம் அமைத்தல்

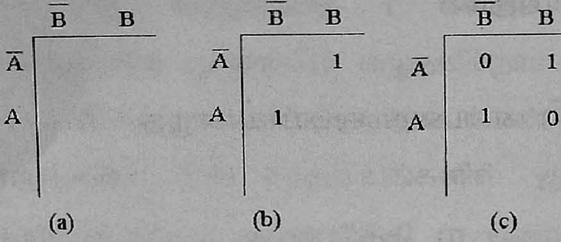
(i) இரு மாறிகளுக்கு

$AB=0\ 1$ மற்றும் $AB=1\ 0$ என்ற உள்ளீடுகளுக்கு 1 வெளியீடாகக் கொண்ட ஒரு வெளியீடு அட்டவணை 5.4-ல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. இதிலிருந்து $A\overline{B}=1$ மற்றும் $\overline{A}B=1$ என்ற இரு அடிப்படைப் பெருக்கற்பலன்கள் கிடைக்கின்றன.

$$Y=\overline{A}B+A\overline{B}$$

அட்டவணை 5.4

உள்ளீடு		வெளியீடு
A	B	Y
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0



படம் 5.1

மேற்கண்ட வெளியீட்டு அட்டவணைக்குக் கார்னோ படம் வரைய படம் 5.1(a)-ல் காட்டப்பட்டுள்ளதைப் போல ஒரு படம் வரையப்படுகிறது. இதில் கிடைத்தள வரிசையில் $\overline{B}$ மற்றும் B யும், செங்குத்து வரிசையில் $\overline{A}$ மற்று ம் A யும் குறிப்பிட்டுள்ளதைக் கவனிக்கவும். வெளியீட்டு அட்டவணையில் முதல் அடிப்படைச் சுற்று $\overline{A}B$ ஆகும். A வரிசையும் B வரிசையும் சந்திக்கும் இடத்தில் A ஐக் குறிப்பிட வேண்டும். இதே போல் $\overline{AB}$ க்கான வெளியீடு 1-ம் குறிக்கப்படுகிறது. இது படம் 5.1(b)-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது. மீதமிருக்கும் இடங்களில் '0' நிரப்பப்படுகிறது. 0 என்பது அந்த இடங்களுக்கான பெருக்கல் பலன் அங்கு தேவையில்லை என்பதைக் குறிப்பதாகும். படம் 5.1(c) கார்னோ படத்தின் முடிவு நிலையாகும்.

5.5.2.கார்னோ படத்திற்கும் மெய் அட்டவணைக்கும் உள்ள வேறுபாடு:

மெய் அட்டவணையில் ஒவ்வோர் உள்ளீடு நிலைக்கான வெளியீடு கொடுக்கப்படுகிறது. ஆனால் கார்னோ படம் எந்த உள்ளீடு நிலைகளுக்கு வெளியீடு 1 ஏற்படுமோ அந்த அடிப்படைப் பெருக்கல் அளவை மட்டும் குறிப்பிடும்.

எடுத்துக்காட்டு:

கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ள மெய் அட்டவணைக்கான கார்னோ படம் வரைக.

இந்த அட்டவணை 5.5 –ல் வெளியீடு 1 என அமையும். $\overline{A}B = 0\ 1$ மற்றும் $A\overline{B} = 1\ 0$ எனவே வெளியீடு 1- க்கான உள்ளீடுகளின் பெருக்கல் அளவு $\overline{A}B$ மற்றும் AB ஆகும்.

அட்டவணை 5.5

A	B	Y
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

	$\overline{B}$	B
$\overline{A}$	0	1
A	1	0

படம் 5.2

இந்த உள்ளீடுகளுக்குக் கார்னோ படத்தில் 1-ம் மற்ற உள்ளீடுகளுக்கு 0-வும் படத்தில் வரைய அமையும் முழுகார்னோ படம் 5.2-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

5.5.3.மூன்று உள்ளீடு மாறி - கார்னோ படம்

3 உள்ளீடு மாறிகளுக்கான கார்னோ படம் வரையும் விதம் கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. 3 உள்ளீடுகளைக் கொண்ட ஓர் மெய் அட்டவணையைக் கருதுவோம். படம் 5.3(a)-ல் காட்டியவாறு கார்னோ படத்தின் முதல் அமைப்பை வரைக. இதில் செங்குத்து வரிசையில் $\overline{A}\,\overline{B}, \overline{A}B, AB, A\overline{B}$ எனக் குறிப்பிடப்பட்டுள்ளது. இஃது ஈரடிக்குறியீடு வரிசையாகாது. இது கிரே குறியீடு வரிசையாகும். இதன் வரிசை 00, 01, 11 மற்றும் 10 என அமையும். இந்த வரிசையில் ஒரு நேரத்தில் ஒரு மாறியானது நிரப்பியிலிருந்து நிரப்பியல்லாத மதிப்புக்கு மாறுகிறது. படம் 5.3(a)-ன் கிடைவரிசையில் $\overline{C}$ பின்பு C உள்ளது.

	$\overline{C}$	C
$\overline{A}\,\overline{B}$		
$\overline{A}B$		
AB		
$A\overline{B}$		

(a)

	$\overline{C}$	C
$\overline{A}\,\overline{B}$		
$\overline{A}B$	1	
AB	1	1
$A\overline{B}$		

(b)

	$\overline{C}$	C
$\overline{A}\,\overline{B}$	0	0
$\overline{A}B$	1	0
AB	1	1
$A\overline{B}$	0	0

(c)

படம் 5.3

அட்டவணை 5.6

A	B	C	Y
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	1
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	1
1	1	1	1

அட்டவணை 5.6-ல் வெளியீடு 1 உள்ளதற்கான உள்ளீடுகளின் அளவுகள் $ABC = 010$, $ABC = 110$, $ABC = 111$ ஆகும்.

இந்த உள்ளீடுகளின் அடிப்படைப் பெருக்கல் பலன்கள் $\overline{A}B\overline{C}$, $AB\overline{C}$ மற்றும் ABC என்றமையும். இந்தப் பெருக்கல் பலன்களைக் கார்னோ கடத்தில் குறிக்க படம் 5.3(b)-ஆக அமையும். இறுதியில் மீதியுள்ள இடங்களில் 0வை குறிக்க வேண்டும்.

அட்டவணை 5.6-க்கான இறுதி கார்னோ படமானது, படம் 5.3(c)-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது. படத்திலிருந்து மெய் அட்டவணை

5.6-ன் பூலியன் கோவையை நிறுவ எந்த அடிப்படைப் பெருக்கல்கள் வேண்டியுள்ளன என அறியலாம்.

5.5.4.நான்கு மாறிகளுடைய கார்னோ படம்

பல எண்ணிலக்கக் கணிப்பொறிகளில் அமைப்புமுறைச் சொற்கள் ஒவ்வொன்றும் 4 அலகுகளைக் கொண்டது. இதனால் பல வாதியல் சுற்றுக்கள் 4 மாறிகளைக் கையாளக் கூடியதாக அமைக்கப்படுகின்றன.

எனவே நான்கு மாறிகளுடைய கார்னோ படத்தையும் தெரிந்து கொள்வது முக்கியமானதாகும்.

நான்கு உள்ளீடுகளுடன் கூடிய ஓர் மெய் அட்டவணை 5.7-ஐக் கருதுவோம். இந்த அட்டவணைக்கான கார்னோ படம் எவ்வாறு அமைப்பது? இதற்கு முதலில் இடைவெளியுடன் கூடிய கார்னோ படம் 5.4(a)-ஐ வரைய வேண்டும் என்பதைக் காண்போம்.

இதில் செங்குத்து வரிசையானது $\overline{A}\,\overline{B}, \overline{A}B, AB$ மற்றும் $A\overline{B}$ எனவும், கிடை வரிசையானது $\overline{CD}, \overline{C}D, CD$ மற்றும் $C\overline{D}$ எனவும் குறிப்பிடப்பட்டுள்ளது.

கார்னோ படம் வரையும்போது எப்போதும் கிரே குறியீடு வரிசையைப் பின்பற்ற வேண்டும். அடுத்தது அட்டவணை 5.7-ல் வெளியீடு 1 உடன் கூடிய உள்ளீடுகளின் கூட்டமைப்புகள், $ABCD = 0001$, $ABCD = 0110$, $ABCD = 0111$ மற்றும் $ABCD = 1110$ ஆகும்.

(a)

	$\overline{CD}$	$\overline{C}D$	CD	$C\overline{D}$
$\overline{A}\,\overline{B}$				
$\overline{A}B$				
AB				
$A\overline{B}$				

(b)

	$\overline{CD}$	$\overline{C}D$	CD	$C\overline{D}$
$\overline{A}\,\overline{B}$		1		
$\overline{A}B$			1	1
AB				1
$A\overline{B}$				

(c)

	$\overline{CD}$	$\overline{C}D$	CD	$C\overline{D}$
$\overline{A}\,\overline{B}$	0	1	0	0
$\overline{A}B$	0	0	1	1
AB	0	0	0	1
$A\overline{B}$	0	0	0	0

படம் 5.4

இந்த உள்ளீடுகளுக்கான அடிப்படைக் பெருக்கல் பலன் $\overline{A}\,\overline{B}\,\overline{C}\,D, \overline{A}BCD, \overline{A}BCD$ மற்றும் $ABC\overline{D}$ முதலானவையாகும். படம் 5.4(b)-ல் இவைகளுக்கான 1-கள் குறிப்பிடப்பட்டுள்ளன.

அடுத்து மீதி இடங்களில் சுழிகளை இட்டு நிரப்ப முழுமையான கார்னோ படம் கிடைக்கும். இது படம் 5.4 (c)-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

அட்டவணை 5.7

A	B	C	D	Y
0	0	0	0	0
0	0	0	1	1
0	0	1	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	0	0
0	1	0	1	0
0	1	1	0	1
0	1	1	1	1
1	0	0	0	0
1	0	0	1	0
1	0	1	0	0
1	0	1	1	0
1	1	0	0	0
1	1	0	1	0
1	1	1	0	1
1	1	1	1	0

5.5.5.கண்ணிகள் (Looping)

கார்னோ படத்தில் குறிக்கப்பட்டுள்ள ‘1’களை நாம் பல்வேறு வகைகளில் ஒன்ற சேர்த்து அதன் சமன்பாட்டை

எளிமையாக்குகிறோம். இவ்வாறு கார்னோ படத்தில் உள்ள '1'-களை இணைக்கின்ற முறையானது. கண்ணிகள் எனப்படும். சோடி, நான்கமைவு, எட்டமைவு போன்ற கண்ணிகள் கார்னோ படத்தில் அதிகமாகப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. அதன் விவரம் பின்வருமாறு கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

5.5.6.சோடிகள் (Pairs)

கார்னோ படம் 5.5-ல் ஒரு சோடி 1கள் அடுத்தடுத்த கிடைவரிசையில் உள்ளன. இதில் 1 ஆனது $ABCD$-யின் பெருக்கல் பலனாகவும், அடுத்த 1, $ABCD$-ன் பெருக்கல் பலனாகவும் இருக்கும். முதல் 1-லிருந்து அடுத்த 1-க்குச் செல்ல ஒரு மாறி நிரப்பியல்லாத மதிப்பிலிருந்து (D) நிரப்பி மதிப்புக்கு $(\overline{D})$ மாறுகிறது. மற்ற மாறிகள் A, B, C மாறாமல் நிரப்பியல்லாத மதிப்பிலேயே உள்ளன. இவ்வாறு சோடிகள் ஏற்படும் இடங்களில் அமைப்பிலிருந்து மாறும் மாறிகளை நீக்கிவிடலாம்.

	$\overline{C}\,\overline{D}$	$\overline{C}D$	CD	$C\overline{D}$
$\overline{A}\,\overline{B}$	0	0	0	0
$\overline{A}B$	0	0	0	0
AB	0	0	1	1
$A\overline{B}$	0	0	0	0

படம் 5.5(a)

நிருபணம்

படம் 5.5(a) -விலுள்ள வெளியீடு 1களுக்கான உள்ளீடு பெருக்கல்களின் கூடுதல் அளவு $Y = ABCD + ABC\overline{D}$ ஆகும். இதனை $Y = ABC(D + \overline{D})$ என காரணியாக்கலாம். இச்சமன்பாட்டில் $D + \overline{D} = 1$ எனவே, $Y = ABC$ என குறைகிறது.

	$\overline{C}\overline{D}$	$\overline{C}D$	CD	$C\overline{D}$
$\overline{A}\,\overline{B}$	0	0	0	0
$\overline{A}B$	0	0	0	0
AB	0	0	1	1
$A\overline{B}$	0	0	0	0

படம் 5.5(b)

இவ்வாறு படம் 5.5(b)-ல் காட்டப்பட்டுள்ளதைப் போல கிடையாக அடுத்தடுத்த 1-கள் என்பது பெருக்கல் சமன்பாடுகளின் கூடுதலானது, காரணிப்படுத்தக்கூடிய மாறிலியைக் கொண்டுள்ளது எனலாம். மேலும் 1 நிரப்பியை மேலே காட்டியவாறு நீக்கலாம்.

சோடிகளை எளிதாக அடையாளம் காண இந்தக் கிடையான அடுத்தடுத்த 1-களை நீள்வட்டத்தினுள் குறிப்பிடலாம். இது படம் 5.5(b)-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது. இனி கார்னோ படத்தைப் பார்த்தவுடன் 1 நிரப்பி மற்றும் அதற்கான நிரப்பியல்லாததைப் பூலியன் கோவையிலிருந்து குறைத்துக் கொள்ளலாம்.

	$\overline{C}\overline{D}$	$\overline{C}D$	CD	$C\overline{D}$
$\overline{A}\,\overline{B}$	0	0	0	0
$\overline{A}B$	0	0	0	0
AB	0	0	0	1
$A\overline{B}$	0	0	0	1

படம் 5.5(c)

படம் 5.5(c)-ல் சோடி 1-கள் அடுத்தடுத்து செங்குத்து வரிசையில் உள்ளன. இந்த 1-கள் $ABC\overline{D}$ மற்றும் $A\overline{B}C\overline{D}$ என்ற பெருக்கல் பலன்களுக்கானது. இங்கு B-யானது நிரப்பியல்லாத அளவு Bயிலிருந்து நிரப்பி மதிப்பு $\overline{B}$-க்கு மாறுகிறது. இந்தப்

பெருக்கல் பலன்களின் கூடுதல் $Y = ABC\overline{D} + A\overline{B}C\overline{D}$ ஆகும். இதனை $Y = AC\overline{D}[B + \overline{B}]$ என்ற எண் காரணி, $Y = AC\overline{D}$ எனக் குறையும். எனவே படம் 5.5(c)-ல் நீள்சதுரமிடப்பட்ட சோடி 1-கள் $AC\overline{D}$ பெருக்கலைக் குறிப்பிடுவதாகும்.

எனவே எங்கெங்கு கிடைவரிசை அல்லது செங்குத்து வரிசை சோடி 1-கள் காணப்படுகின்றனவோ அங்கு எந்த மாறியானது நிரப்பி மதிப்பிலிருந்து அதன் நிரப்பியில்லாத மதிப்புக்கு மாறுகிறதோ அதனை நீக்கிவிடலாம். மீதமுள்ள மாறிகளும் அல்லது அதன் நிரப்புகளும் ஒரே பெருக்கலில் தோன்றும் 1-களாக இருக்கும்.

படம் 5.5(d)-காட்டியுள்ளபடி ஒன்றைவிட அதிக சோடி 1-கள் இருந்தால் அவைகளின் எளிதாக்கப்பட்ட பெருக்கல்களின் பலனை அல்ல செயலாக்கினால் அதற்கான பூலியன் சமன்பாட்டைப் பெறலாம்.

படம் 5.5(d)-வில் கீழேயுள்ள சோடி 1-களின் பெருக்கல்பலன் $A\overline{C}\overline{D}$ எனவும் மேலேயுள்ள சோடி 1களின் பெருக்கல் பலன் $\overline{A}BD$ எனவும் அமையும்.

	$\overline{C}\overline{D}$	$\overline{C}D$	CD	$C\overline{D}$
$\overline{A}\overline{B}$	0	0	0	0
$\overline{A}B$	0	1	1	0
AB	1	0	0	0
$A\overline{B}$	1	0	0	0

படம் 5.5(d)

எனவே சோடி என்பது அடுத்தடுத்த இருகிடை 1-கள் அல்லது செங்குத்து 1-கள் உள்ளவையாகும். இதில் ஒரு மாறி அதன் அமைப்பில் மாறுவதால் சோடி என்பதை எப்போதும் ஒரு எளிதான பெருக்கலைக் குறிப்பிடுவதாகும்.

5.5.7.நான்கமைவு (Quads)

கார்னோ படத்தில் நான்கமைவு என்பது கிடைவரிசையில் அல்லது நேர்குத்து வரிசையில் அடுத்தடுத்து அமையும் நான்கு 1-களை குறிப்பிடுவதாகும். இவை முனைக்கு முனை நான்கு 1-கள் கிடையாக படம் 5.6(a)-வில் உள்ளவாறு இருக்கலாம் அல்லது சதுர வடிவில் நான்கு 1-கள் படம் 5.6(b)-வில் உள்ளவாறு இருக்கலாம். இந்த நான்கமைவுகளைப் பார்த்தவுடன் வட்டமிட்டுக் குறிப்பிடலாம். ஏனெனில், இவை எளிதான பெருக்கலைக் குறிப்பிடும். எனவே இவ்வாறு ஒரு நான்கமைவு இருந்தால் பூலியன் கோவையிலிருந்து இரு மாறிகள் மற்றும் அதன் நிரப்பிகளையும் குறைத்துக் கொள்ளலாம். படத்தில் முதல் சோடி $AB\overline{C}$ என்ற பெருக்கலுக்கானது. இரண்டாம் சோடி 1-கள் ABC என்பதற்கானது. எனவே $Y = AB\overline{C} + ABC$ ஆகும். இது $Y = AB[C + C]$ என காரணியாக்க, இது $Y = AB$ என குறையும். எனவே, நான்கமைவுகள் இருமாறிகளையும் அவைகளின் நிரப்பிகளையும் நீக்கக்கூடிய ஒரு பெருக்கலாகும்.

	$\overline{C}\overline{D}$	$\overline{C}D$	CD	$C\overline{D}$
$\overline{A}\,\overline{B}$	0	0	0	0
$\overline{A}B$	0	0	0	0
AB	1	1	1	1
$A\overline{B}$	0	0	0	0

படம் 5.6 (a)

	$\overline{C}\overline{D}$	$\overline{C}D$	CD	$C\overline{D}$
$\overline{A}\,\overline{B}$	0	0	0	0
$\overline{A}B$	0	0	0	0
AB	0	0	1	1
$A\overline{B}$	0	0	1	1

படம் 5.6(b)

படம் 5.6(b)-க்கான சோடிகளின் பெருக்கல் பலன்கள் ABC மற்றும் $A\overline{B}C$ என்றாகும்.

எனவே
$$Y = ABC + A\overline{B}C$$
$$Y = AC[B + \overline{B}]$$
$$Y = AC$$ என்றாகும்.

5.5.8.எட்டமைவு (Octets)

சோடி மற்றும் நான்கமைவுகளைத் தவிர்த்து இருகிடையான வரிசையில் அடுத்தடுத்த 1-களுடன் கூடிய மற்றொரு தொகுதி எட்டமைவு ஆகும். எட்டமைவு 3 மாறிகளையும் மற்றும் அதன் நிரப்பிகளையும் நீக்கக்கூடிய அமைப்பாகும். படம் 5.7-ல் எட்டமைவு காட்டப்பட்டுள்ளது. இங்கு $Y = A\overline{B} + AB$ சமன்பாடு காரணிப்படுத்திய பிறகு $Y = A[\overline{B} + B]$ எனவே $Y = A$ எனக் குறையும்.

எனவே, படம் 5.7-ல் உள்ள எட்டமைவு என்பது 3 மாறிகளையும் அதன் நிரப்பிகளையும் நீக்கக் கூடிய எளிய பெருக்கல் அளவாகும்.

	$\overline{C}\overline{D}$	$\overline{C}D$	CD	$C\overline{D}$
$\overline{A}\overline{B}$	0	0	0	0
$\overline{A}B$	0	0	0	0
AB	1	1	1	1
$A\overline{B}$	1	1	1	1

படம் 5.7

5.9. கார்னோ சுருக்குமுறைகள்

கார்னோ படத்தில் உள்ள கண்ணி சோடி மூலம் ஒரு மாறியும் நான்கமைவு கண்ணி மூலம் இரண்டு மாறிகளும், மேலும் எட்டு கண்ணி மூலம் மூன்று மாறிகளும் நீக்கப்படுகின்றது. நாம் கண்ணிகளை உருவாக்குகின்ற போது முதலில் எட்டு கண்ணியும், இரண்டாவது நான்கமைவும் மற்றும் மூன்றாவது சோடியையும் கருத்தில் கொள்ள வேண்டும். இதன் மூலம் பூலியன் சமன்பாடுகள் அதிக அளவில் சுருக்க பூலியன் செய்யப்படுகின்றது.

5.9.(i) எடுத்துக்காட்டு - மெய்யட்டவணை

நான்கு மாறிகளைக் கொண்ட ஒரு கார்னோ படம், படம்5.8-ல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. இது பத்து '1'களைக் கொண்டுள்ளது. இதில்

எட்டு கண்ணி ஏதும் இல்லை. இரண்டு நான்கமைவு எண்ணிகளும் மற்றும் ஒரு சோடி கண்ணியும் உள்ளது.

	$\overline{C}\,\overline{D}$	$\overline{C}D$	CD	$C\overline{D}$
$\overline{A}\,\overline{B}$	1 (0)	1 (1)	0 (3)	1 (2)
$\overline{A}B$	1 (4)	1 (5)	0 (7)	1 (6)
AB	0 (12)	0 (13)	0 (15)	1 (14)
$A\overline{B}$	0 (8)	1 (9)	1 (11)	1 (10)

படம் 5.8 நான்குமாறி கார்னோ படம்

இதில் சதுரமான வடிவில் உள்ள நான்கமைவு கண்ணியைப் பார்க்கின்றபோது அதன் செங்குத்து வரிசையில் $\overline{A}$ என்ற மாறியானது பொதுவாகவும் மற்றும் B என்ற மாறியானது (complement $\overline{B}$) மற்றும் நிரப்பியில்லாத (B) நிலைகளிலும் உள்ளது. எனவே இதில் பொதுவாக உள்ள $\overline{A}$வை மட்டும் எடுத்துக் கொள்ளலாம்.

கிடைத்தள வரிசையினைப் பார்க்கின்ற போது $\overline{C}$ என்ற மாறியானது $\overline{A}$ பொதுவாக உள்ளது. D என்ற மாறியானது நிரப்பி D ($\overline{D}$) மற்றும் நிரப்பியில்லாத D நிலைகளில் உள்ளது. எனவே, இதில் பொதுவாக உள்ள $\overline{C}$-யை மட்டும் எடுத்துக் கொள்ளலாம்.

எனவே சதுரமாக உள்ள நான்கமைவு கண்ணியின் வெளியீடானது $\overline{A}\ \overline{C}$ ஆகும்.

செங்குத்தாக, நான்கு ‘1’களைக் கொண்டுள்ள இரண்டாவது நான்கமைவு கண்ணியினைப் பார்க்கின்ற போது இதன் செங்குத்து வரிசையில் உள்ள A மற்றும் B ஆகிய இரண்டு மாறிகளும் நிரப்பி மற்றும் நிரப்பில்லாத நிலைகளில் வரிசையாக உள்ளது. கிடைத்தள வரிசையினைப் பார்க்கின்ற போது $C\overline{D}$ என்ற மாறிகள் பொதுவாக உள்ளது.

எனவே, வரிசையாக நான்கமைவு கண்ணியின் வெளியீடானது $C\overline{D}$ ஆகும்.

கிடைத்தளமாக உள்ள சோடி கண்ணியினைப் பார்க்கின்ற போது, இதன் செங்குத்து வரிசையில் உள்ள மாறிகள் $A\overline{B}$ பொதுவாக உள்ளது. கிடைத்தள வரிசையில் D என்ற மாறி பொதுவாகவும் மற்றும் C என்ற மாறியானது நிரப்பி C $(\overline{C})$ மற்றும் நிரப்பியில்லா C நிலைகளில் உள்ளன. எனவே, சோடி கண்ணியின் வெளியீடானது $A\overline{B}D$ ஆகும். எனவே, கொடுக்கப்பட்டுள்ள கார்னோ படத்தின் ஒட்டுமொத்த வெளியீடு, $Y = \overline{A}C + C\overline{D} + A\overline{B}D$ ஆகும்.

5.9.(ii) மேல்படிதல் குழுக்கல் (Overlapping groups)

கார்னோ படத்தில் உள்ள '1'-களை தேவைப்பட்டால் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட சோடி, நான்கமைவு கண்ணிகளைப் பயன்படுத்திக் கொள்ளலாம். படம் 5.9-ல் கொடுக்கப்பட்டுள்ள கார்னோ படத்தினைப் பார்க்கிறபோது, $\overline{A}BCD$ என்ற மாறியைக் கொண்ட '1'ஆனது தனியாக உள்ளது. இதனை நாம் எவ்வித கண்ணியிலும் சேர்த்துக் கொள்ளாமல், வெளியீடைக் கணக்கிட்டால் $Y = A + \overline{A}BCD$ என கிடைக்கும். இதில் A என்பது எட்டமைவு கண்ணியின் வெளியீட்டையும் மற்றும் $\overline{A}BCD$ என்பது தனியாக உள்ள '1'-ன் வெளியீட்டையும் குறிக்கின்றது.

தனியாக உள்ள '1'-ஐ, அதன் அருகில் உள்ள '1' $(ABCD)$ உடன் சேர்த்து ஒரு சோடி கண்ணியை உருவாக்கிக் கொள்ளலாம். இதில் $ABCD$ என்ற மாறியைக் குறிக்கின்ற '1'ஆனது எட்டமைவு கண்ணிலும் மற்றும் சோடி கண்ணியிலும் பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளது. இதற்கு **மேற்படிதல் குழு** என்று பெயர். இதனால் சோடி கண்ணியின் வெளியீடானது BCD என கிடைக்கப் பெறுகிறது.

	$\overline{C}\,\overline{D}$	$\overline{C}D$	CD	$C\overline{D}$
$\overline{A}\,\overline{B}$	0 (0)	0 (1)	0 (3)	0 (2)
$\overline{A}B$	0 (4)	0 (5)	1 (7)	0 (6)
AB	1 (12)	1 (13)	1 (15)	1 (14)
$A\overline{B}$	1 (8)	1 (9)	1 (11)	1 (10)

படம் 5.9

எனவே கொடுக்கப்பட்டுள்ள கார்னோ படத்தின் பின் ஒட்டு மொத்த வெளியீடு $Y = A + BCD$ ஆகும். இவ்வாறு முடிந்த அளவ ஒரு கண்ணியில் உள்ள '1'களைத் தேவைப்பட்டா ல் அடுத்த கண்ணிக்குப் பயன்படுத்திக் கொள்ளலாம்.

5.9. (iii) உருட்டல் முறை (Rolling Method)

படம் 5.10-ல் கொடுக்கப்பட்டுள்ள கார்னோ படத்தைப் பார்க்கின்ற போது இரண்டு '1'கள் படத்தின் அடிப்பகுதியில் இடது ஓரமாகவும் மற்றும் வலது ஓரமாகவும் உள்ளது. இதனைச் சாதாரண நிலைகளில் நாம் எவ்விதமான கண்ணிகளிலும் சேர்த்து கொள்ள முடியாது.

இந்த இரண்டு மாறிகளின் செங்குத்து வரிசையானது இரண்டிற்கும் பொதுவாக உள்ளது. ஆனால், கிடைத்தள வரிசையினைப் பார்க்கின்ற போது $\overline{D}$ என்ற மாறி பொதுவாகவும், மற்றும் C என்ற மாறியானது நிரப்பி $(\overline{C})$ மற்றும் நிரப்பியில்லா C நிலைகளிலும் உள்ளது. எனவே இந்த இரண்டு '1'களையும் கிடைத்தளமாக உருட்டச்செய்வதன் மூலம், இரண்டும் அருகாமையில் உள்ளது போன்று தெரிகின்றது. எனவே இதனைச் சோடி கண்ணி ஆக எடுத்துக் கொள்ளலாம், இதன் வெளியீடு

$Y = A\overline{B}\overline{D}$ ஆகும். இதில் கிடைக்கப் பெறும் வெளியீடானது பின்வருமாறு நிருபிக்கப்பட்டுள்ளது.

$$Y = A\overline{B}\overline{C}\overline{D} + A\overline{B}C\overline{D}$$

$$= A\overline{B}\overline{D}(\overline{C}+C)$$

$$Y = A\overline{B}\overline{D}$$

எனவே இந்த முறையின் மூலம் முதல் மற்றும் கடைசியில் உள்ள கிடைத்தள வரிசைகளையும், மற்றும் அதே போன்று முதல் மற்றும் கடைசியில் உள்ள செங்குத்து வரிசைப் பயன்படுத்தி சோடி கண்ணிகளை உருவாக்கிக் கொள்ளலாம். ஏனெனில் இரண்டும் ஒன்றுக் கொன்று அருகாமையில் உள்ளதாக உருட்டல் மூலம் தெரியவருகிறது.

	$\overline{C}\overline{D}$	$\overline{C}D$	CD	$C\overline{D}$
$\overline{A}\overline{B}$	0 (0)	0 (1)	0 (3)	0 (2)
$\overline{A}B$	0 (4)	0 (5)	0 (7)	0 (6)
AB	0 (12)	0 (13)	0 (15)	0 (14)
$A\overline{B}$	1 (8)	0 (9)	0 (11)	1 (10)

(a)

	$\overline{C}\overline{D}$	$\overline{C}D$	CD	$C\overline{D}$
$\overline{A}\overline{B}$	0 (0)	1 (1)	0 (3)	0 (2)
$\overline{A}B$	0 (4)	0 (5)	0 (7)	0 (6)
AB	1 (12)	0 (13)	0 (15)	1 (14)
$A\overline{B}$	1 (8)	1 (9)	0 (11)	1 (10)

(b)

படம் 5.10

5.9.(iv) கார்னோ படம் உருட்டுதல்

கார்னோ படம் 5.10(a) மற்றும் படம் 5.10(b)ல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளவற்றில் AB, $\overline{C}\overline{D}$, $\overline{ABCD}$, $ABC\overline{D}$ மற்றும் $A\overline{B}C\overline{D}$ களைக் குறிக்கின்ற '1'கள் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. இவைகள் சாதாரண நிலையில் இரண்டு சோடி கண்ணிகளைக் கொண்டதாகக் காட்சியளிக்கின்றன. கார்னோ படத்தை உருட்டுதல் செய்வதன் மூலம் நான்கு '1'களும் ஒரு நான்கமைவு கண்ணியை வெளியீடு உருவாக்குகின்றது. எனவே இந்த நான்கமைவு கண்ணியின் வெளியீடு $Y = A\overline{D}$ ஆகும்.

அதே போன்று, $\overline{A}BCD$ மற்றும் $\overline{A}B\overline{C}D$ களைக் குறிக்கின்ற ‘1’கள், கார்னோபடத்தினை உருட்டல் செய்வதன் மூலம் ஒரு சோடி கண்ணியை உருவாக்குகின்றது. எனவே, இதன் வெளியீடு $Y = \overline{B}\overline{C}D$ ஆகும். இரண்டு கண்ணிகளையும் சேர்த்து கிடைக்கப்பெறும் ஒட்டுமொத்த வெளியீடு $Y = A\overline{D} + \overline{B}\overline{C}D$ ஆகும்.

5.9.(v) நீக்குவதற்குரிய குழுக்கள் (Redundant groups)

ஒரு கண்ணியில் உள்ள அனைத்து ‘1’களும், மீதமுள்ள கண்ணிகளினால் எடுத்துக் கொள்ளப்பட்டால் அதற்கு நீக்குவதற்குரிய கண்ணி என்று பெயர். நாம் ஒரு கார்னோ படத்தில் கண்ணிகளை உருவாக்குகின்ற போது எத்தகைய நீக்குவதற்குரிய குழுக்களும் வராமல் பார்த்து கொள்ள வேண்டும். ஏனெனில் **கண்ணி நீக்கங்களினால் பூலியன் சமன்பாடுகள் எளிமையாகுவதில்லை.**

	$\overline{C}\overline{D}$	$\overline{C}D$	CD	$C\overline{D}$
$\overline{A}\overline{B}$	0 (0)	0 (1)	1 (3)	0 (2)
$\overline{A}B$	0 (4)	1 (5)	1 (7)	0 (6)
AB	0 (12)	1 (13)	0 (15)	0 (14)
$A\overline{B}$	0 (8)	0 (9)	0 (11)	0 (10)

	$\overline{C}\overline{D}$	$\overline{C}D$	CD	$C\overline{D}$
$\overline{A}\overline{B}$	0 (0)	0 (1)	1 (3)	0 (2)
$\overline{A}B$	0 (4)	1 (5)	1 (7)	0 (6)
AB	0 (12)	1 (13)	0 (15)	0 (14)
$A\overline{B}$	0 (8)	0 (9)	0 (11)	0 (10)

$B\overline{C}D$ $\qquad$ $\overline{A}CD$

படம் 5.11

படத்தில் 5.11(a)-ல் கொடுக்கப்பட்டுள்ள கார்னோ படத்தில் நான்கு ‘1’கள் உள்ளன. மேல்படிதல் முறையினைக் கருத்தில் கொண்டால், மூன்று சோடி கண்ணிகளை உருவாக்க முடியும். நடுவில் $\overline{A}B\overline{C}D$ மற்றும் $\overline{A}BCD$ என்ற இடங்களில் உள்ள ‘1’கள் ஒரு சோடி கண்ணியை ஏற்படுத்தினாலும், அதில் உள்ள இரண்டு (அனைத்து) ‘1’களும் மீதமுள்ள சோடி கண்ணிகளில்

பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளது. எனவே இது கண்ணி நீக்கம் எனப்படும். இதனை அனுமதிக்க முடியாது.

இந்தக் கார்னோ படத்தில் உள்ள நான்கு '1'களைக் கொண்டு படத்தில் 5.11(b)-ல் காட்டியுள்ளவாறு இரண்டு சோடிகண்ணிகளை மட்டும் ஏற்படுத்திக் கொள்ளலாம். எனவே இதன் வெளியீடு $Y = B\bar{C}D + \bar{A}CD$ ஆகும்.

5.9.(vi). கண்டுகொள்ளாத நிலை (Don't care condition)

பொதுவாக வாத சுற்றுகளின் வெளியீடானது '0' மற்றும் '1' என்கிற நிலைகளில் இருக்கும். ஆனால் சிலவகையான வாத சுற்றுகளில் இருந்து கிடைக்கப் பெறுகின்ற சில வெளியீடுகளின் தன்மையானது '0'வாகவோ அல்லது '1'ஆகவோ இல்லாமல் உயர் எதிர்ப்பு (high impedance) நிலையில் இருக்கும். இவ்வாறு கிடைக்கப் பெறுகின்ற வெளியீடுகள் கவனிக்கப்படாமல் இருக்கும் என்று குறிப்பிடப்படுகின்றது. படம் 5.12-ல் 'X' கொடுக்கப்பட்டுள்ள மெய் அட்டவணை வெளியீடுகள் '0' மற்றும் '1' என்கிற வெளியீடுக்களைத் தராமல் உள்ளதால் அவைகள் 'x' என குறிக்கப்பட்டுள்ளது.

A	B	C	D	Y
0	0	0	0	1
0	0	0	1	0
0	0	1	0	x
0	0	1	1	0
0	1	0	0	1
0	1	0	1	1
0	1	1	0	0
0	1	1	1	1
1	0	0	0	1
1	0	0	1	0
1	0	1	0	0
1	0	1	1	1
1	1	0	0	x
1	1	0	1	x
1	1	1	0	0
1	1	1	1	x

அட்டவணை 5.8

	$\bar{C}\bar{D}$	$\bar{C}D$	CD	$C\bar{D}$
$\bar{A}\bar{B}$	1 (0)	0 (1)	0 (3)	x (2)
$\bar{A}B$	1 (4)	1 (5)	1 (7)	0 (6)
AB	x (12)	x (13)	x (15)	0 (14)
$A\bar{B}$	1 (8)	0 (9)	1 (11)	0 (10)

படம்: 5.12

$\overline{A}BC\overline{D}$, $AB\overline{C}\overline{D}$, $AB\overline{C}D$ மற்றும் $ABCD$ ஆகிய நான்கு நிலைகளில் வெளியீடானது ‘x’ என உள்ளது. இத்தகைய ‘x’களை வெளியீட்டால் கொண்ட கார்னோ படம் எவ்வாறு கண்ணி தேர்வு செய்ய வேண்டும் என்பது பின்வருமாறு கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

i) கார்னோ படத்தில் ‘x’ என குறிக்கப்பட்டள்ள இடங்களை, ‘1’என கருத்தில் கொண்டு, ஏற்கனவே உள்ள ‘1’களுடன் சேர்த்து எட்டு, நான்கு மற்றும் சோடி கண்ணிகளை உருவாக்க வேண்டும்.

ii) இவ்வாறு உருவாக்கப்படுகின்ற கண்ணிகளில் சேராத ‘x’களை ‘0’ என மாற்றி விட வேண்டும். அதாவது ‘x’-களை நமது தேவைக்கேற்ப ‘0’ அல்லது ‘1’என எடுத்துக் கொள்ளலாம்.

படம் 5.12-ஐப் பார்க்கின்ற போது, அனைத்து இடங்களிலும் உள்ள ‘x’கள் கண்ணிகளில் சேர்ந்துள்ளதால், அவைகளை ‘1’ என எடுத்துக் கொள்ளலாம். மெய் அட்டவணை 5.9-ல் கண்டு கொள்ளாத நிலைக்குக் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. எனவே இதன் வெளியீடானது $Y = B + \overline{C}\overline{D} + ACD + \overline{A}\overline{B}\overline{D}$ என கிடைக்கிறது.

5.10. வாத சார்புகளைச் சுருக்குதல்

பூலியன் சமன்பாடுகளைக் கார்னோ படங்களைப் பயன்படுத்தி எவ்வாறு எளிமையாக்க வேண்டும் என்பது கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

1. மாறிகளின் எண்ணிக்கையினைப் பொருத்து கார்னோ படத்தை வரைய வேண்டும்.

2. மெய் அட்டவணைகளில் இருந்து வரைவதாக இருந்தால், மெய் அட்டவணைகளானது எந்த நிலைகளில் ‘1’ ஆக உள்ளது எனப் பார்த்து, கார்னோ படத்தில் அதற்குரிய கட்டங்களில் ‘1’

உள்ளது எனக் குறிப்பிடவும், வெளியீடானது கவனிக்கப்படாமல் இருந்தால் ‘x’ எனக் குறிப்பிடவும்.

3. பூலியன் சமன்பாடுகளுக்கு வரைவதாக இருந்தால் எந்தெந்த மாறிகளின் கோர்வை கொடுக்கப்பட்டுள்ளதோ, அந்தந்த இடங்களில் ‘1’என குறிப்பிடவும்.

4. கார்னோ படத்தில் ‘1’ இல்லாத இடங்களை ‘0’-வினைக் கொண்டு நிரப்பவும்.

5. கார்னோ படத்தில் உள்ள ‘1’களையும் மற்றும் தேவைப்பட்டால் ‘x’களையும் பயன்படுத்தி எட்டமைவு, நான்கமைவு மற்றும் சோடி கண்ணிகளை முடிந்தவரை உருவாக்கவும்.

6. கண்ணிகளில் சேராமல் தனியாக உள்ள ‘1’களை தனியாக வட்டமிடவும்.

7. நீக்குவதற்குரிய கண்ணிகளை விட்டுவிடவம்.

8. ஒவ்வொரு கண்ணிக்கான மற்றும் தனியாக உள்ள ‘1’க்கான வெளியீடுகளின் பெருக்கற்பலன் முறையில் எழுதவும்.

5.11. கார்னோ படச் சுருக்கத்திற்கான எடுத்துக்காட்டுகள்

கீழ்கண்ட பெருக்கல்களின் கூட்டற்பலனுக்கான பூலியன் கோவையை K- படத்தை கொண்டு சுருக்குக.

i) $A+AB=A+B$

ii) $A+AB=A+B$

குறிப்பு: கார்னோ படம் வரையும்போது கிரே கோடு மதிப்பை பயன்படுத்த வேண்டும். மேலும், இதுவரை $\overline{C}\overline{D}, \overline{C}D, CD, C\overline{D}$ மற்றும் $\overline{A}\overline{B}, \overline{A}B, AB, \overline{A}B$ - க்கு பதிலாக ஈரிலக்க மதிப்பு 0 மற்றும் ஒன்றின் நிரப்பி மதிப்புகள் 00, 01, 11,10 என செங்குத்து மற்றும் கிடைக்கை வரிசையில் குறிப்பிட வேண்டும்.

கார்னோ படத்தைப் பயன்படுத்தி பூலியன் கோவையைச் சுருக்குதல்

(Use of K-Map for reduction of Boolean Expression)

எடுத்துக்காட்டு

கார்னோ படத்தைப் பயன்படுத்தி பூலியன் கோவையைச் சுருக்குக:

$F = \overline{A}B\overline{C} + A\overline{C}D + BC + \overline{A}\overline{B}D + A\overline{B}CD$

CD. CD. CD. CD

தீர்வு

மேற்கண்ட பூலியன் கோவைக்கான கார்னோ படமானது கீழ்கண்டவாறு அமையும்.

CD \ AB	00	01	11	10
00	0	1	1	0
01	1	1	1	1
11	1	1	1	1
10	0	1	1	0

எண் "0" கொண்ட கட்டங்களைக் கருத்தில் கொண்டால்,

$\overline{F} = \overline{B}\overline{D}$

$F = \overline{\overline{B}\overline{D}} = B + D$

எடுத்துக்காட்டு

கார்னோ படத்தைப் பயன்படுத்திப் பூலியன் கோவையைச் சுருக்குக:

$\overline{A}\,\overline{B}\,\overline{C} = B\overline{C\,D} + \overline{AB}C + BC\overline{D} + A\overline{BC}D + A\overline{B}CD$ எனும் கோவையை

நேரடியாகவும் மற்றும் தலைகீழி முறைப்படியும் மதிப்பைக் காண்க

தீர்வு

மேற்கண்ட பூலியன் கோவைக்கான கார்னோ படமானது கீழ்கண்டவாறு அமையும்.

CD \ AB	00	01	11	10
00	1	1	1	0
01	1	0	0	1
11	1	0	0	1
10	1	1	1	0

1. நேரடியாக

எண் "1" கொண்ட கட்டங்களைக் கருத்தில் கொண்டால்,

$$F = \overline{AB} + B\overline{D} + \overline{B}D$$

2. தலைகீழி முறைப்படி,

எண் "0" கொண்ட கட்டங்களைக் கருத்தில் கொண்டால்,

$$\overline{F} = BD + A\overline{BD}$$

எனவே

$$= \overline{BD + A\overline{BD}} = (\overline{BD})(\overline{A\overline{BD}}) = (\overline{B} + \overline{D})(\overline{A} + B + D)$$
$$= \overline{AB} + \overline{AD} + B\overline{D} + \overline{B}D = \overline{AB} + B\overline{D} + \overline{B}D$$

பெருக்கல்களின் கூட்டற்பலனுக்கான பூலியன் கோவையைக் கார்னோ படத்தைப் பயன்படுத்திச் சுருக்குதல்: (Sum of Product-Use of K-Map for reduction of Boolean expression)

எடுத்துக்காட்டு

கார்னோ படத்தைப் பயன்படுத்திப் பூலியன் கோவையைச் சுருக்குக.

(i) $\overline{A} + AB = \overline{A} + B$

(ii) $A + AB = A + B$

தீர்வு:

1. $\overline{A} + AB = \overline{A} + B$ என்ற பூலியன் கோவைக்கான கார்னோ படமானது கீழ்கண்டவாறு அமையும்.

B \ A	0	1
0	1	0
1	1	1

எண் "1" கொண்ட கட்டங்களைக் கருத்தில் கொண்டால் $\overline{A} + B$

2. $\overline{A} + AB = \overline{A} + B$ என்ற பூலியன கோவைக்கான கார்னோ படமானது கீழ்க்கண்டவாறு அமையும்.

B \ A	0	1
0	0	1
1	1	1

எண் "1" கொண்ட கட்டங்களைக் கருத்தில் கொண்டால்

$$A+\overline{A}B=\overline{A}+B$$

எடுத்துக்காட்டு

கார்னோ படத்தைப் பயன்படுத்தி பூலியன் கோவையைச் சுருக்கு

$$F=A(B\overline{C}+\overline{BC})+A\overline{B}C$$

தீர்வு:

கோவையை விரிவான வடிவில் எழுத

$$F=AB\overline{C}+A\overline{BC}+A\overline{B}C$$

மேற்கண்ட பூலியன் கோவைக்கான கார்னோ படமானது கீழ்கண்டவாறு அமையும்.

C \ AB	00	01	11	10
0	0	0	1	1
1	0	0	0	1

எண் "1" கொண்ட கட்டங்களைக் கருத்தில் கொண்டால் தீர்வு:

$F=A\overline{B}+A\overline{C}$ பூலியன் இயற்கணிதப்படி,

$$F=AB\overline{C}+A\overline{BC}+A\overline{B}C=A\overline{B}(C+\overline{C})+AB\overline{C}=A\overline{B}+AB\overline{C}$$

$$=A(\overline{B}+B\overline{C})=A(\overline{B}+\overline{C})=A\overline{B}+A\overline{C}.$$

எடுத்துக்காட்டு

கார்னோ படத்தைப் பயன்படுத்திப் பூலியன் கோவையைச் சுருக்கு மற்றும் பூலியன் இயற்கணித்தைப் பயன்படுத்தி விடையைச் சரி பார்:

$$F=AC+\overline{A}BC+\overline{B}C$$

தீர்வு

மேற்கண்ட பூலியன் கோவைக்கான கார்னோ படமானது

கீழ்க்கண்டவாறு அமையும்.

AC:

C \ AB	00	01	11	10
0	0	0	0	0
1	0	0	1	1

$\overline{A}BC$:

C \ AB	00	01	11	10
0	0	0	0	0
1	0	1	0	0

$\overline{B}C$:

C \ AB	00	01	11	10
0	0	0	0	0
1	1	0	0	1

F:

C \ AB	00	01	11	10
0	0	0	0	0
1	1	1	1	1

எண் “1” கொண்ட கட்டங்களைக் கருத்தில் கொண்டால் தீர்வு:

$$F = C$$

சரிபார்த்தல்

பூலியன் இயற்கணிதத்தின்படி

$$F = AC + \overline{A}BC + \overline{B}C = C(A + \overline{A}B) + \overline{B}C = C(A+B) + \overline{B}C$$
$$= C(A + B + \overline{B}) = C(1 + A)$$
$$= C.$$

எடுத்துக்காட்டு

கார்னோ படத்தைப் பயன்படுத்திப் பூலியன் கோவையைச் சுருக்கு மற்றும் பூலியன் இயற்கணித்தை பயன்படுத்தி விடையை சரி பார்

$$F = ABC + \overline{ABC} + AB\overline{C} + \overline{AC}$$

தீர்வு

மேற்கண்ட பூலியன் கோவைக்கான கார்னோ படமானது கீழ்க்கண்டவாறு அமையும்.

C \ AB	00	01	11	10
0	1	1	1	0
1	0	0	1	0

எண் “1” கொண்ட கட்டங்களைக் கருத்தில் கொண்டால் தீர்வு

$$F = \overline{A}\overline{B} + AC$$

சரிபார்த்தல்

பூலியன் இயற்கணிதத்தின்படி

$$F = ABC + \overline{ABC} + AB\overline{C} + \overline{AC}$$
$$= AB(C + \overline{C}) + \overline{AC}(1 + B)$$
$$= AB + \overline{AC}.$$

எடுத்துக்காட்டு

கார்னோ படத்தைப் பயன்படுத்திப் பூலியன் கோவையைச் சுருக்கு

$$F = ACD + AB\overline{C}D + \overline{A}BD + A\overline{B}\overline{C}D$$

தீர்வு

மேற்கண்ட பூலியன் கோவைக்கான கார்னோ படமானது கீழ்க்கண்டவாறு அமையும்.

CD \ AB	00	01	11	10
00	0	0	0	0
01	0	1	1	1
11	0	1	1	1
10	0	0	0	0

கட்டங்கள் இரண்டு நான்கமைவுகளாகப் பிரிக்கப்படுகின்றன. எனவே தீர்வானது கீழ்க்கண்டவாறு அமையும்.

$$F = AD + BD$$

எடுத்துக்காட்டு

கார்னோ படத்தைப் பயன்படுத்திப் பூலியன் கோவையைச் சுருக்கு

$$F = \overline{A}\,\overline{B}\,\overline{C}\,\overline{D} + \overline{A}\,\overline{B}C\overline{D} + \overline{A}B\overline{C}D + \overline{A}BCD + \overline{A}B\overline{C}\,\overline{D} + \overline{A}BC\overline{D} + A\overline{B}\,\overline{C}\,\overline{D} + A\overline{B}C\overline{D}$$

தீர்வு

மேற்கண்ட பூலியன் கோவைக்கான கார்னோ படமானது கீழ்க்கண்டவாறு அமையும்.

CD \ AB	00	01	11	10
00	1	1	0	1
01	0	1	0	0
11	0	1	0	0
10	1	1	0	1

மூலைகளில் உள்ள நான்கு "1"-களையும் கருத்தில் கொண்டால் $\overline{B}\,\overline{D}$ ஆனது பெறப்படுகிறது.

மேலும் இரண்டாவது நிரல்களில் உள்ள கட்டங்களைக் கருத்தில் கொண்டால் $\overline{A}B(C + \overline{C} + D + \overline{D})$ ஆனது பெறப்படுகிறது.

எனவே தீர்வு

$$F = \overline{A}B + \overline{BD}$$

எடுத்துக்காட்டு

கார்னோ படத்தைப் பயன்படுத்திப் பூலியன் கோவையைச் சுருக்கு

$$F = \overline{ABCD} + AB\overline{C}D + A\overline{BC}D + \overline{A}\,\overline{B}CD + A\overline{B}CD$$

தீர்வு

மேற்கண்ட பூலியன் கோவைக்கான கார்னோ படமானது

கீழ்க்கண்டவாறு அமையும்.

CD \ AB	00	01	11	10
00	0	0	0	0
01	1	0	1	1
11	1	0	0	1
10	0	0	0	0

வரைபடத்திலிருந்து தீர்வு $F = \overline{B}D + A\overline{C}D$

கூட்டல்களின் பெருக்கற்பலனுக்கான பூலியன் கோவையைக் கார்னோ படத்தைப் பயன்படுத்தி சுருக்குதல் (Product of Sum-Use of K-Map for reduction of Boolean expression)

எடுத்துக்காட்டு

கார்னோ படத்தைப் பயன்படுத்திப் பூலியன் கோவையைச் சுருக்கு

$$F = (AC + A\overline{C}D).(AD + AC + BC)$$

தீர்வு

மேற்கண்ட பூலியன் கோவையானது இரு படிகளை கொண்டுள்ளது. முதல் படிக்கான கார்னோ படமானது கீழ்க்கண்டவாறு அமையும்.

CD \ AB	00	01	11	10
00	0	0	0	0
01	0	0	1	1
11	0	0	1	1
10	0	0	1	1

$AC + A\overline{C}D$

இரண்டாம் படிக்கான கார்னோ படமானது கீழ்க்கண்டவாறு அமையும்.

CD \ AB	00	01	11	10
00	0	0	0	0
01	0	0	1	1
11	0	1	1	1
10	0	1	1	1

$AD + AC + BC$

இரண்டு படங்களிலும் ஒவ்வொரு கட்டமாக உம்மிணைக்கதவு மதிப்பினைப் பெற, ஒட்டு மொத்த மதிப்புகளைப் பெற்ற கார்னோ படமானது கீழ்க்கண்டவாறு அமையும்.

CD \ AB	00	01	11	10
00	0	0	0	0
01	0	0	1	1
11	0	0	1	1
10	0	0	1	1

F

எனவே தீர்வு $F = AC + AD$

எடுத்துக்காட்டு

கார்னோ படத்தைப் பயன்படுத்திப் பூலியன் கோவையைச் சுருக்கு

$$F = (A + B)(B + C)$$

தீர்வு

மேற்கண்ட பூலியன் கோவையானது இரு படிகளைக்கொண்டுள்ளது. முதல் படிக்கான கார்னோ படமானது கீழ்க்கண்டவாறு அமையும்.

CD \ AB	00	01	11	10
0	0	1	1	1
1	0	1	1	1

$A + B$

இரண்டாம் படிக்கான கார்னோ படமானது கீழ்க்கண்டவாறு அமையும்.

C \ AB	00	01	11	10
0	0	1	1	0
1	1	1	1	1

$B + C$

இரண்டு படங்களிலும் ஒவ்வொரு கட்டமாக உம்மிணைக் கதவு மதிப்பினைப் பெற ஒட்டு மொத்த மதிப்புகளைப் பெற்ற கார்னோ படமானது கீழ்க்கண்டவாறு அமையும்.

C \ AB	00	01	11	10
0	0	1	1	0
1	0	1	1	1

$(A + B)(B + C)$

ஒட்டு மொத்த மதிப்புகளை பெற்ற கார்னோ படத்திலிருந்து தீர்வு கீழ்க்கண்டவாறு அமையும்.

$$F = B + AC$$

எடுத்துக்காட்டு

கார்னோ படத்தைப் பயன்படுத்திப் பூலியன் கோவையைச் சுருக்கு

$$F = (\overline{A} + \overline{B} + C + D)(\overline{A} + \overline{B} + C + \overline{D})(\overline{A} + \overline{B} + \overline{C} + \overline{D})$$

தீர்வு

மேற்கண்ட பூலியன் கோவையானது மூன்று படிகளை கொண்டுள்ளது.

முதல் படிக்கான கார்னோ படமானது கீழ்க்கண்டவாறு அமையும்.

CD \ AB	00	01	11	10
00	1	1	0	1
01	1	1	1	1
11	1	1	1	1
10	1	1	1	1

$\overline{A} + \overline{B} + C + D$

இரண்டாம் படிக்கான கார்னோ படமானது கீழ்க்கண்டவாறு அமையும்.

CD \ AB	00	01	11	10
00	1	1	1	1
01	1	1	0	1
11	1	1	1	1
10	1	1	1	1

$\bar{A}+\bar{B}+C+\bar{D}$

மூன்றாம் படிக்கான கார்னோ படமானது கீழ்க்கண்டவாறு அமையும்.

CD \ AB	00	01	11	10
00	1	1	1	1
01	1	1	1	1
11	1	1	0	1
10	1	1	1	1

$\bar{A}+\bar{B}+\bar{C}+\bar{D}$

மூன்று மேப்புகளிலும் ஒவ்வொரு கட்டமாக உம்மிணைக்கதவு மதிப்பினைப் பெற ஒட்டு மொத்த மதிப்புகளைப் பெற்ற கார்னோ படமானது கீழ்க்கண்டவாறு அமையும்.

CD \ AB	00	01	11	10
00	1	1	0	1
01	1	1	0	1
11	1	1	0	1
10	1	1	1	1

F

ஒட்டு மொத்த மதிப்புகளைப் பெற்ற கார்னோ படத்திலிருந்து தீர்வு கீழ்க்கண்டவாறு அமையும்.

$$F=\bar{A}+\bar{B}+C\bar{D}$$

பெருக்கல்களின் கூட்டற்பலனுக்கான (SOP) பூலியன் கோவையை கார்னோ படத்தைப் பயன்படுத்திக் கூட்டல்களின்(POS) பெருக்கற் பலனுக்கான பூலியன் கோவையாக மாற்றுதல் (Conversion of SOP form into POS form using K-Map)

எடுத்துக்காட்டு

கார்னோ படத்தைப் பயன்படுத்திக் கூட்டல்களின்(POS) பெருக்கற்பலனுக்கான பூலியன் கோவையாக மாற்றுக:

$$F = \overline{BC} + \overline{A}D + ABC$$

தீர்வு

மேற்கண்ட பூலியன் கோவைக்கான கார்னோ படமானது கீழ்க்கண்டவாறு அமையும்.

C \ AB	00	01	11	10
0	1	1	0	1
1	0	1	1	0

எண் "0" கொண்ட கட்டங்களை கருத்தில் கொண்டால்

$F' = A\overline{B}C + A\overline{B}C$ தலைகீழி எடுத்து உம்மிணைக்கதவை அல்லதிணைக்கதவாகவும், அல்லதிணைக்கதவை உம்மிணைக் கதவாகவும் மாற்றினால்

$$F = (B + \overline{C}).(\overline{A} + \overline{B} + C)$$

எடுத்துக்காட்டு

கார்னோ படத்தைப் பயன்படுத்திக் கூட்டல்களின்(POS) பெருக்கற்பலனுக்கான பூலியன் கோவையாக மாற்றுக

தீர்வு: மேற்கண்ட பூலியன் கோவைக்கான கார்னோ படமானது கீழ்க்கண்டவாறு அமையும்.

C \ AB	00	01	11	10
0	1	1	1	1
1	1	0	1	0

எண் "0" கொண்ட கட்டங்களைக் கருத்தில் கொண்டால்

$$F = \overline{A}BC + A\overline{B}C$$

தலைகீழி எடுத்து உம்மிணைக்கதவை அல்லதிணைக்கதவாகவும் அல்லதிணைக்கதவை உம்மிணைக்கதவாகவும் மாற்றினால்

$$F = (A + \bar{B} + \bar{C}).(\bar{A} + B + \bar{C})$$

கூட்டல்களின் (POS) பெருக்கற்பலனுக்கான பூலியன் கோவையை கார்னோ படத்தைப் பயன்படுத்தி பெருக்கல்களின் கூட்டற் பலனுக்கான (SOP) பூலியன் கோவையாக மாற்றுதல்

உதாரணம்:

கார்னோ படத்தைப் பயன்படுத்திக் கூட்டற்பலனுக்கான(SOP) பூலியன் கோவையாக மாற்றுக.

$$F = (A + B)(\bar{B} + C)$$

தீர்வு

தலைகீழி எடுத்து உம்மிணைக்கதவை அல்லதிணைக்கதவாகவும் அல்லதிணைக்கதவை உம்மிணைக்கதவாகவும் மாற்றினால்

$$F = \bar{A}\bar{B} + B\bar{C}$$

மேற்கண்ட பூலியன் கோவைக்கான மதிப்பானது கார்னோ படத்தில் எண் 0-ஆல் குறிக்கப்பட்டுள்ளது.

C \ AB	00	01	11	10
0	0	0	0	1
1	0	1	1	1

எண் "1" கொண்ட கட்டங்களைக் கருத்தில் கொண்டால்

தீர்வு

$$F = A\bar{B} + BC$$

எடுத்துக்காட்டு

கார்னோ படத்தைப் பயன்படுத்திக் கூட்டற்பலனுக்கான (SOP) பூலியன் கோவையாக மாற்றுக.

$$F = (A + \bar{B} + \bar{C})(\bar{A} + B + \bar{C})$$

தீர்வு

தலைகீழி எடுத்து உம்மிணைக்கதவை அல்லதிணைக்கதவாகவும், அல்லதிணைக்கதவை உம்மிணைக்கதவாகவும் மாற்றினால்

$$F = \overline{A}BC + A\overline{B}C$$

மேற்கண்ட பூலியன் கோவைக்கான மதிப்பானது கார்னோ படத்தில் எண் 0-ஆல் குறிக்கப்பட்டுள்ளது.

C \ AB	00	01	11	10
0	1	1	1	1
1	1	0	1	0

எண் "1" கொண்ட கட்டங்களைக் கருத்தில் கொண்டால்

தீர்வு

$$F = \overline{C} + \overline{AB} + AB$$

எடுத்துக்காட்டு

கார்னோ படத்தைப் பயன்படுத்திக் கூட்டற்பலனுக்கான (SOP) பூலியன் கோவையாக மாற்றுக.

$$F = (A + B)(A + \overline{C})(\overline{A} + \overline{B})(\overline{A} + C)$$

தீர்வு

தலைகீழி எடுத்து உம்மிணைக்கதவை அல்லதிணைக்கதவாகவும் அல்லதிணைக்கதவை உம்மிணைக்கதவாகவும் மாற்றினால்

$$F = \overline{AB} + \overline{A}C + AB + A\overline{C}$$

மேற்கண்ட பூலியன் கோவைக்கான மதிப்பானது கார்னோ படத்தில் எண் 0-ஆல் குறிக்கப்பட்டுள்ளது.

C \ AB	00	01	11	10
0	0	1	0	0
1	0	0	0	1

எண் "1" கொண்ட கட்டங்களைக் கருத்தில் கொண்டால்,

தீர்வு $F = \overline{A}B\overline{C} + A\overline{B}C$

எடுத்துக்காட்டு கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ள பூலியன் சமன்பாட்டினை கார்னோ படத்தைப் பயன்படுத்தி

$$Y = \bar{A}\bar{B}C + \bar{A}BC + ABC + AB\bar{C}$$

	$\bar{C}$	C	
$\bar{A}\bar{B}$	0 (0)	1 (1)	— P 1
$\bar{A}B$	0 (2)	1 (3)	
AB	1 (6)	1 (7)	— P 2
$A\bar{B}$	0 (4)	0 (5)	

Pair 1 = $\bar{A}C$

Pair 2 = AB

கொடுக்கப்பட்டுள்ள பூலியன் சமன்பாடானது மூன்று மாறிகளைக் கொண்டுள்ளதால் படத்தில் கொடுக்கப்பட்டுள்ள மாதிரி கார்னோ படத்தில் வரையவும். பின்பு சமன்பாட்டிற்கு தகுந்தவாறு அதற்குரிய இடங்களில் '1'களை குறிப்பிடவும்.

இந்த படத்தில் உள்ள நான்கு '1'களை இரண்டு சோடி கண்ணி ஆக பிரிக்கலாம். எனவே இதன் வெளியீடு $Y = AB + \bar{A}C$ ஆகும்.

எடுத்துக்காட்டு :கீழ்க்கண்ட பூலியன் சமன்பாட்டினை கார்னோ படத்தின் உதவியுடன் சுருக்கவும்.

$$Y = \bar{A}\bar{B}CD + \bar{A}B\bar{C}\bar{D} + \bar{A}B\bar{C}D + \bar{A}BC\bar{D} + \bar{A}BCD + AB\bar{C}\bar{D} + AB\bar{C}D + ABCD + ABC\bar{D} + A\bar{B}\bar{C}\bar{D} + A\bar{B}C\bar{D}$$

இது நான்கு மாறிகளைக் கொண்ட சமன்பாடு, எனவே கீழ்க்கண்டவாறு கார்னோ படம் வரைந்து, '1'களை அதற்கான இடங்களில் குறிக்கவும். இது கீழ்க்கண்ட படத்தில் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

	$\bar{C}\bar{D}$	$\bar{C}D$	CD	$C\bar{D}$
$\bar{A}\bar{B}$	0 (0)	0 (1)	1 (3)	0 (2)
$\bar{A}B$	1 (4)	1 (5)	1 (7)	1 (6)
AB	1 (12)	1 (13)	1 (15)	1 (14)
$A\bar{B}$	1 (8)	0 (9)	0 (11)	1 (10)

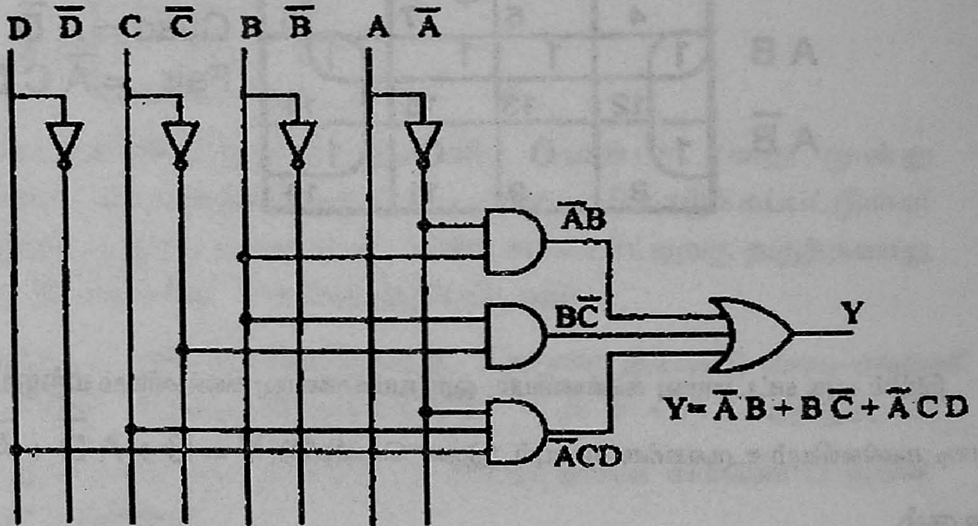
Octet = B
Quad = $A\bar{D}$
Pair = $\bar{A}CD$

இதில் ஒரு எட்டமைவு கண்ணியும், ஒரு நான்கமைவு கண்ணியும் மற்றும் ஒரு சோடி கண்ணியும் உருவாக்க முடியும். இதன் வெளியீடு $Y = B + A\bar{D} + \bar{A}CD$ ஆகும்.

கீழ்காணும் பூலியன் சமன்பாட்டினை கார்னோ படத்தின் உதவியுடன் சுருக்க வேண்டும். பின்பு கிடைக்கப் பெறும் வெளியீட்டுக்கு வாதியல் படம் வரையவும்

$$Y = \bar{A}B\bar{C}\bar{D} + \bar{A}B\bar{C}D + \bar{A}\bar{B}CD + \bar{A}BC\bar{D} + \bar{A}BCD + AB\bar{C}D + AB\bar{C}\bar{D}.$$

கொடுக்கப்பட்டுள்ள சமன்பாட்டிற்கான கார்னோ படமானது பின்வரும் படத்தில் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. இது இரண்டு நான்கமைவு கண்ணிகளையும் மற்றும் ஒரு சோடி கண்ணியையும் கொண்டுள்ளது.



இதன் வெளியீடு $Y = B\overline{C} + \overline{A}B + \overline{A}CD$ ஆகும்.

இதற்கான வாதியல் படம் இங்கே கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

எடுத்துக்காட்டு:

படத்தில் கொடுக்கப்பட்டுள்ள வாதியல் வரைபடத்தின் வெளியீடில் கிடைக்கப்பெறுகின்ற வாதியல் சமன்பாட்டினை கார்னோ படம் கொண்டு எளிமையாக்கவும். கிடைக்கப் பெறும் வெளியீடுக்கு வாதியல் வரைபடம் வரையவும்.

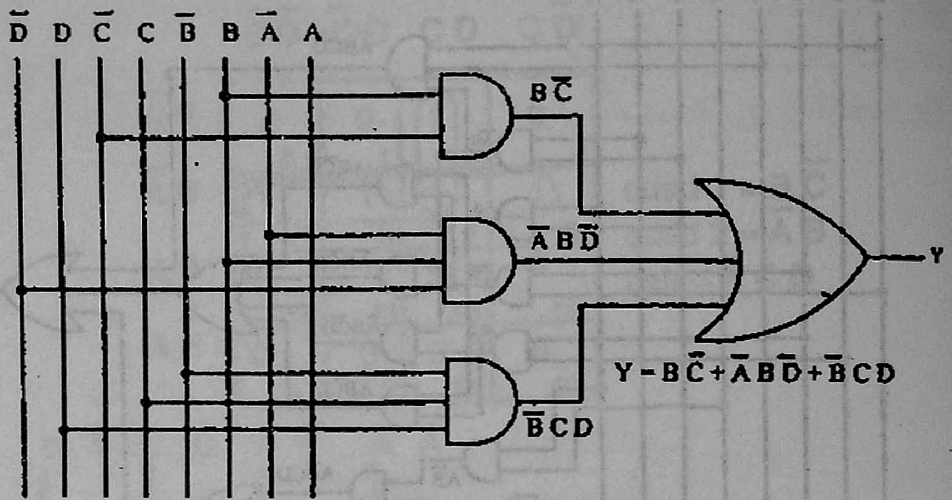
கொடுக்கப்பட்டுள்ள வாதியல் வரைபடத்தின் வெளியீடு,

$$Y = \bar{A} B \bar{C} \bar{D} + \bar{A} B \bar{C} D + A B \bar{C} \bar{D} + A B \bar{C} D + \bar{A} \bar{B} C D + A \bar{B} C D + \bar{A} B C \bar{D}$$

இந்த நான்கு மதிப்புகளைக் கொண்ட வாதியல் சமன்பாட்டின், கார்னோ படம் கீழே உள்ள படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளது.

	$\bar{C}\bar{D}$	$\bar{C}D$	CD	$C\bar{D}$
$\bar{A}\bar{B}$	0 (0)	0 (1)	1 (3)	0 (2)
$\bar{A}B$	1 (4)	1 (5)	0 (7)	1 (6)
AB	1 (12)	1 (13)	0 (15)	0 (14)
$A\bar{B}$	0 (8)	0 (9)	1 (11)	0 (10)

quad 1 = $B \bar{C}$
quad 2 = $\bar{A} B$
pair = $\bar{A} C D$



இந்த கார்னோ படத்தில் ஒரு நான்கமைவு கண்ணி மற்றும் இரண்டு சோடி கண்ணிகளும் உள்ளது. எனவே இதன் வெளியீடு, $Y = B\overline{C} + \overline{A}B\overline{D}$ + BCD ஆகும். கிடைக்கப் பெற்ற வெளியீடுக்கான வாதியல் வரைபடம் ஆனது மேற்கண்ட படத்தில் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. இது நான்கு அடிப்படை கதவுகளைக் கொண்டுள்ளது. மேலும் இதன் உள்ளீடுபக்கத்தில் நான்கு எதிர்ம கதவுகள் இருக்கும். இதனால் கதவுகளின் எண்ணிக்கை அதிகமாகக் குறைந்துள்ளது.

எடுத்துக்காட்டு:

கீழ்க்கண்ட சமன்பாட்டைச் சுருக்குக.

$$F = \Sigma m(0,4,10,11,14,15)$$

இது நான்கு மதிப்புகளைக் கொண்ட கூற்று ஆகும். இதனுடைய கார்னோ படம் கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

	$\bar{C}\bar{D}$	$\bar{C}D$	CD	$C\bar{D}$
$\bar{A}\bar{B}$	1 (0)	0 (1)	0 (3)	0 (2)
$\bar{A}B$	1 (4)	0 (5)	0 (7)	0 (6)
AB	0 (12)	0 (13)	1 (15)	1 (14)
$A\bar{B}$	0 (8)	0 (9)	1 (11)	1 (10)

Pair $= \bar{A}\bar{C}\bar{D}$

Quad $= A\,C$

கார்னோ படத்தில் உள்ள 0 மற்றும் 4 என்கிற சிறுமத் தொடர்கள் சேர்ந்து ஒரு சோடி கண்ணியையும் மற்றும் 10,11,14 மற்றும் 15 என்கிற சிறுமத் தொடர்கள் சேர்ந்து ஒரு நான்களவு கண்ணியையும் உருவாக்குகின்றது. சோடி கண்ணியின் வெளியீடு ஆனது $\bar{A}\,\bar{C}\,\bar{D}$ எனவும் மற்றும் நான்களவு கண்ணியின் வெளியீடு ஆனது $A\,C$ எனவும் இருக்கும்.

எனவே $F = \bar{A}\,\bar{C}\,\bar{D} + A\,C$ ஆகும்.

0 மற்றும் 4 என்கிற சிறுமத் தொடர்கள் சேர்ந்து கீழ்க்கண்டவாறு வெளியீடு கிடைக்கின்றது.

$$F = \bar{A}\,\bar{B}\,\bar{C}\,\bar{D} + \bar{A}\,B\,\bar{C}\,\bar{D}$$
$$= \bar{A}\,\bar{C}\,\bar{D}\,(\bar{B} + B)$$
$$= \bar{A}\,\bar{C}\,\bar{D}$$

இதே போன்று 10,11,14 மற்றும் 15 என்கிற சிறுமத் தொடர்கள் சேர்ந்து கீழ்க்கண்டவாறு வெளியீடு கிடைக்கிறது.

$$F = A\,\bar{B}\,C\,\bar{D} + A\,\bar{B}\,C\,D + A\,B\,C\,\bar{D} + A\,B\,C\,D$$
$$= A\,\bar{B}\,D\,(\bar{D}+\bar{D}) + A\,B\,C\,(\bar{D} + D)$$
$$= A\,\bar{B}\,C + A\,B\,C$$
$$= A\,C\,(\bar{B} + B)$$
$$= A\,C$$

எனவே $F = \Sigma m\ (0,4,10,11,14,15)$-ன்

$$F = \bar{A}\,\bar{C}\,\bar{D} + A\,C$$ ஆகும்.

எடுத்துக்காட்டு:

கீழ்க்கண்ட சமன்பாட்டைச் சுருக்கவும்.

$$F = \Sigma m\ (2,3,5,7,9,11,12,13,14,15)$$

இது கீழ்க்கண்ட நான்கு மதிப்புகளைக் கொண்ட கார்னோ மூலம் காட்டப்பட்டுள்ளது

	$\bar{C}\bar{D}$	$\bar{C}D$	CD	$C\bar{D}$	
$A\bar{B}$	0 (0)	0 (1)	1 (3)	1 (2)	pair
AB	0 (4)	1 (5)	1 (7)	0 (6)	quad 1
AB	1 (12)	1 (13)	1 (15)	1 (14)	quad 2
$A\bar{B}$	(8)	1 (9)	1 (11)	(10)	quad 3

இது மூன்று நான்கமைவு கண்ணிகளையும் மற்றும் ஒரே ஒரு சோடி கண்ணியையும் கொண்டுள்ளது.

இதன் வெளியீடு, கீழ்க்கண்டவாறு இருக்கும்.

Pair loop $= \bar{A}\,\bar{B}\,C$

Quad 1 loop $= B\,D$

Quad 2 loop $= A\,B$

Quad 3 loop $= A\,D$

எனவே $F = \Sigma(2,3,5,7,9,11,12,13,14,15)$ -ன் வெளியீடு,

$$F = \bar{A}\,\bar{B}\,C + B\,D + A\,B + A\,D$$ ஆகும்.

கேள்விகள்:

1.கார்னோ படம் என்பது என்ன?

2.சோடிகள் என்பவை யாவை?

3.நான்கமைவு என்பது என்ன?

4.கார்னோ படத்தில் எட்டமைவு என்பது என்ன?

5.கார்னோ படத்திற்கும் உண்மை அட்டவணைக்கும் உள்ள வேறுபாடு யாது என்பதை விளக்குக.

6.கார்னோ படங்களின் நான்கமைவு பற்றிக் குறிப்பு வரைக.

7.ஈர் உள்ளீடு மாறி மற்றும் மூன்று உள்ளீடு மாறிகளைக் கொண்ட கார்னோ படங்களை எவ்வாறு வரையலாம்- விளக்குக.

8.சோடிகள், நான்கமைவு, எட்டமைவுகளை விவரிக்க.

9.கார்னோ படம் வரையும் விதத்தை எடுத்துக்காட்டுடன் விவரிக்க.

ஒன்றிணை மற்றும் கணக்கியல் வாதியல்

(Combinational and Arithmetic logic)

6.1.ஒன்றிணை வாதியல் சுற்று வடிவமைப்பு (Combinational Logic Circuit Design)

நம் மனம் செயல்படுவதைப் போல இயங்கும் சுற்றுக்களை அமைக்க எண்ணிலக்க மின்னணுயியல் மிகுந்த பயனுள்ளதாக உள்ளது. ஒன்றிணை அமைப்புகளில் பல அடிப்படைக் கதவுகள் சேர்க்கப்படுகின்றன. இத்தகைய ஒன்றினைச் சுற்றுக்கள் படித்தரக் கதவுத் தொகுப்புகள் எனவும் குறிப்பிடப்படுகின்றன. அடிப்படைக் கதவுகளான அல்லதிணைக் கதவு, உம்மிணைக் கதவு மற்றும் எதிர்மக் கதவுச் சுற்றுக்களைத் தகுந்த முறையில் ஒன்று சேர்ப்பதன் மூலம் ஈரடி எண்களின் கூட்டல், கழித்தல் செயல்களைச் செய்யக்கூடிய சுற்றுகளை அமைக்கலாம். இச்சுற்றுகள் மின்னணுயியல் சுற்றுக்களாதலால் அதிவேகமாகச் செயல்படக் கூடியது. எடுத்துக்காட்டாக, ஒரு கூட்டல் கணக்கை இத்தொகுப்புச் சுற்றுக்கள் ஒரு மைக்ரோ செகண்டில் முடித்துவிடும்.

இவ்வகைப் படித்தரக் கதவுத் தொகுப்புச் சுற்றுக்களில் சிலவற்றைப் பார்த்துள்ளோம்.

1. எதிர்ம உம்மிணைக் கதவு (NAND): இ∴து ஓர் உம்மிணைக் கதவு மற்றும் ஓர் எதிர்மக் கதவு சுற்றின் இணைப்பாகும்.
2. எதிர்ம அல்லதிணைக் கதவு (NOR): இ∴து ஓர் அல்லதிணைக் கதவு மற்றும் எதிர்மக் கதவின் இணைப்புச் சுற்றாகும்

3. தவிர்க்கப்பட்ட அல்லதிணைக் கதவு (XOR) : இதில் அல்லதிணைக் கதவு எதிர்மக் கதவு மற்றும் உம்மிணைக் கதவுச் சுற்றுக்கள் தொகுக்கப்பட்டுள்ளன.

4. தவிர்க்கப்பட்ட எதிர்ம அல்லதிணைக் கதவு (XNOR) : இதிலும் அல்லதிணைக் கதவு மற்றும் எதிர்ம மற்றும் உம்மிணைக் கதவுகள் ஒன்றாகத் தொகுக்கப்பட்டுள்ளன.

இந்த அலகில் மற்ற இணைப்பு மற்றும் கூட்டுச் சுற்றுக்களான அரைக்கூட்டி, முழுக்கூட்டி, இணை ஈரடி கூட்டி, குறியீடு மாற்றி முதலியன விளக்கப்பட்டுள்ளன.

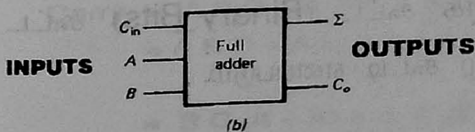
6.1.1. ஈரடிக் கூட்டல் சுற்றுகள் (Binary Adder Circuits)

ஈரடி இணைக் கூட்டல் சுற்றுக்களில் அரைக்கூட்டிச் சுற்று இருஈரடி இலக்கங்களையும், முழுக்கூட்டிச் சுற்று ஈரடி எண்களின் 3 இலக்கங்களை ஒரே நேரத்தில் கூட்டக்கூடியது இணை ஈரடி கூட்டிகள் பல இலக்கங்களுடன் கூடிய இரண்டு ஈரடி எண்களைக் கூட்டக் கூடியது.

6.1.2.அரைக்கூட்டி (Half Adder)

இரண்டு இருநிலை அலகுகள் (Binary bits) கூட்டுவதற்கு உதவும் வாதியல் (முறையமை) சுற்று அரைக்கூட்டி எனப்படும்.

இரண்டு அலகுகள் (Bits) கூட்டும் பொழுது மிகுதி (Carry) ஏற்படும். இந்த முறை படம் 6.1 மற்றும் 6.2-ல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.



படம் 6.1



படம் 6.2

அரைக்கூட்டியின் மெய் அட்டவணை 6.1-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது. A,B என இரண்டு உள்ளீடுகளையும் மற்றும் கூடுதல் (S) மிகுதி (C) என்கிற இரண்டு வெளியீடுகளையும் கொண்டுள்ளது.

அட்டவணை 6.1

INPUTS		OUTPUTS	
B	*A*	Σ	C_o
0	0	0	0
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	0	1
Binary digits to be added		Sum	Carry out
		XOR	AND

மெய் அட்டவணையின் வெளியீடுகளை அடிப்படையாகக் கொண்டு கூடுதல் (Sum) மற்றும் மிகுதி (Carry) – யானது உயர்வு (1) (HIGH) – ஆக உள்ள வெளியீடுக்கு உரிய உள்ளீடுகளைப் பெருக்கற் பலனின் கூடுதல் (Sum of Product) முறையில் எழுதினால் பின்வருமாறு வெளியீடு கிடைக்கும்.

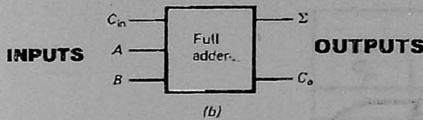
$$S = \overline{A}B + A\overline{B} = A + B$$
$$C = AB$$

அரைக்கூட்டியின் வாதியல் வரைப்படம் (Logic Diagram) படம் 6.1-ல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. இதில் கூடுதலுக்காக (Sum) EX-OR கதவும் மற்றும் மிகுதிக்காக (Carry) உம்மிணைக் கதவும் (Add Gate) பயன்படுகிறது.

6.1.3.முழு கூட்டி (Full Adder)

மூன்று இருநிலை அலகுகளைக் கூட்ட (Binary Bits) கூட்ட உதவும் வரைமுறைமைச் சுற்று முழு கூட்டி எனப்படும்.

இதில் A,B மற்றும் C என்கிற மூன்று உள்ளீடுகளும் மற்றும் கூடுதல் (S) மிகுதி என்கிற இரண்டு வெளியீடுகளும் உள்ளன. இந்த முறை படம் 6.3 மற்றும் படம் 6.4 ஆகியவற்றில் காட்டப்பட்டுள்ளது.



படம் 6.3



படம் 6.4

(முழுக் கூட்டிக்கான பூலியன் சமன்பாடு (Boolean Equations)

என்பது,

$$S = \bar{A}\,\bar{B}\,C + \bar{A}\,B\,\bar{C} + A\,\bar{B}\,\bar{C} + A\,B\,C$$

$$= \bar{A}\,(\bar{B}\,C + B\,\bar{C}) + A\,(\bar{B}\,\bar{C} + B\,C) \quad \text{---- (I)}$$

$\bar{B}\,\bar{C} + B\,C$ யின் மதிப்பு கீழ்க்கண்டவாறு எளிமையாக்கப்படுகிறது.

$$\bar{B}\,\bar{C} + B\,C = \overline{\overline{\bar{B}\,\bar{C} + B\,C}} \qquad (\because \bar{\bar{A}} = A)$$

$$= \overline{(\overline{\bar{B}\,\bar{C}})\,.\,(\overline{B\,C})}$$

$$= \overline{(\bar{\bar{B}} + \bar{\bar{C}})\,(\bar{B} + \bar{C})}$$

$$= \overline{(B + C)\,(\bar{B} + \bar{C})}$$

$$= \overline{B\,\bar{B} + B\,\bar{C} + \bar{B}\,C + C\,\bar{C}}$$

$$\bar{B}\,\bar{C} + B\,C = \overline{B\,\bar{C} + \bar{B}\,C} \quad \text{----(II)} \quad (\because B\bar{B} = 0;\ C\bar{C} = 0)$$

Eqn-II-வின் மதிப்பினை eqn-I-ல் பிரதியிடுகின்ற போது

$$S = \bar{A}\,(\bar{B}\,C + B\,\bar{C}) + A\,(\overline{B\,\bar{C} + \bar{B}\,C})$$

$$= \bar{A}\,(B \oplus C) + A\,(\overline{B \oplus C})$$

$$= A \oplus (B \oplus C)$$

எனவே $S = A \oplus B \oplus C$ ---------(III)

இதே போன்று Carry கணக்கிடப்படுகின்ற போது

$$\text{Carry} = \bar{A}\,B\,C + A\,\bar{B}\,C + A\,B\,\bar{C} + A\,B\,C$$

$$= \bar{A}\,B\,C + A\,\bar{B}\,C + A\,B\,\bar{C} + A\,B\,C + A\,B\,C + A\,B\,C$$

$$(\because ABC + ABC + ABC = ABC)$$

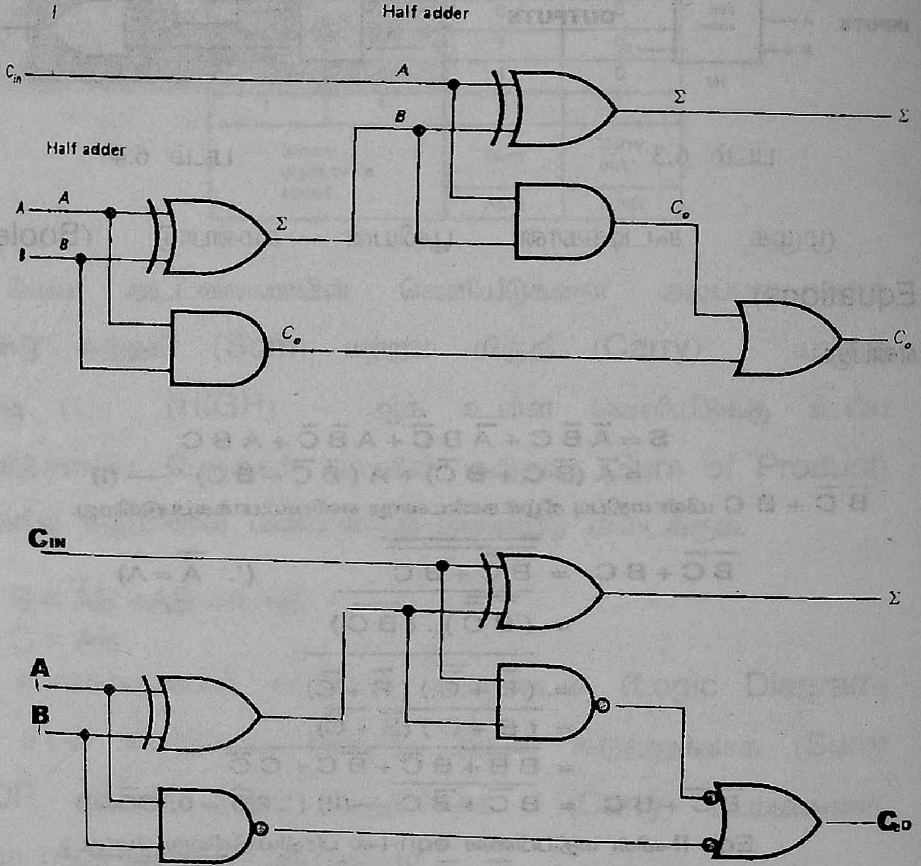
$$= B\,C\,(\bar{A} + A) + A\,C\,(\bar{B} + B) + A\,B\,(\bar{C} + C)$$

$$= B\,C + A.C + A\,B \qquad (\because X + \bar{X} = 1)$$

$$C = A\,B + B\,C + C\,A \quad \text{---- IV}$$

இந்த நிலையில் கூடுதல் (Sum) என்பது A XOR, B XOR C-க்கு சமம். மிகுதி (Carry) என்பது AB அல்லது AC அல்லது BC-க்கு சமம்.

கூடுதல் (Sum) 1-எனில் உள்ளீடு எண்ணிக்கையின் 1-ன் மதிப்பானது ஒற்றை (odd) மதிப்பாக இருக்க வேண்டும்.



படம் 6.5

மிகுதி (Carry) – 1 எனில் இரண்டு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட உள்ளீடுகளும் 1-ஆக இருக்க வேண்டும். இவற்றின சுற்றுச் செயல்பாடுகள் படம் 6.5-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

முழுக்கூட்டியின் (Full Adder) சுற்று (Circuit) செயல்பாடுகளை விளக்கும் மெய் அட்டவணை 6.2 கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளது

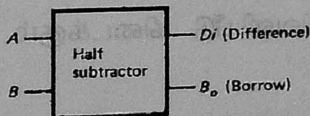
அட்டவணை 6.2

INPUTS			OUTPUTS	
C_{in}	B	A	Σ	C_o
0	0	0	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	1	0
0	1	1	0	1
1	0	0	1	0
1	0	1	0	1
1	1	0	0	1
1	1	1	1	1
			Sum	Carry out

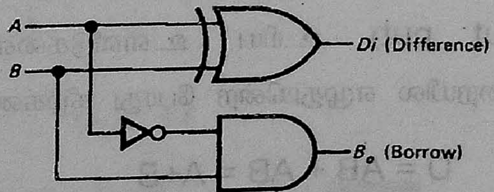
முழுக்கூட்டியின் கூடுதலை உருவாக்க 3- உள்ளீடுகளைக் கொண்டு EX-OR கதவு பயன்படுகிறது.

6.1.4. அரைக் கழிப்பான் (Half Subtractor)

ஒரு இருநிலை அலகை (binary bit) அடுத்த இருநிலை துண்டில் இருந்து கழிக்க உதவும். வாதியல் ((முறையமை) சுற்று அரைக் கழிப்பான் (Half Subtractor) எனப்படும். இந்த முறை படம் 6.6 மற்றும் 6.7 –ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



படம் 6.6



படம் 6.7

அரைக் கழிப்பானின் மெய் அட்டவணை 6.3-ல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

அட்டவணை 6.3

INPUTS		OUTPUTS	
A	B	Di	B_o
0	0	0	0
0	1	1	1
1	0	1	0
1	1	0	0
A - B		Difference	Borrow

இதில் உள்ளீடு B -ஆனது A-ல் இருந்து கழிக்கப்படுகிறது. இந்த இரண்டும் உள்ளீடு அலகுகளாகும். வெளியீட்டில் D (Difference) மற்றும் Br (Borrow) என இரண்டு வெளிடுயீகள் கிடைக்கும்.

மெய் அட்டவணையிலிருந்து, உயர் நிலையில் (High Level) (1. கிடைக்கப் பெறுகின்ற D மற்றும் Br என்கிற வெளியீடுகளுக்கு (Out put) உரிய உள்ளீடுகளைப் பெருக்கற்பலன் கூடுதல் முறையில் எழுதுகின்ற போது கீழ்கண்ட வெளியீடு கிடைக்கும்.

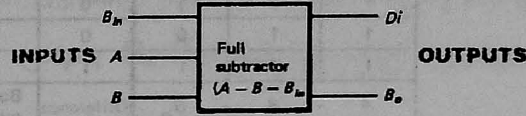
D = AB + AB = A+B

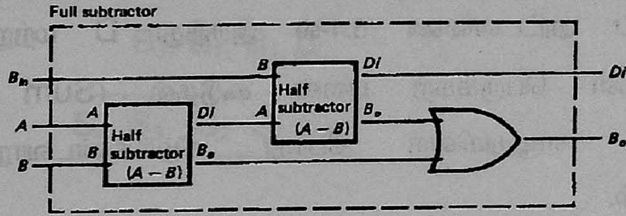
Br = AB

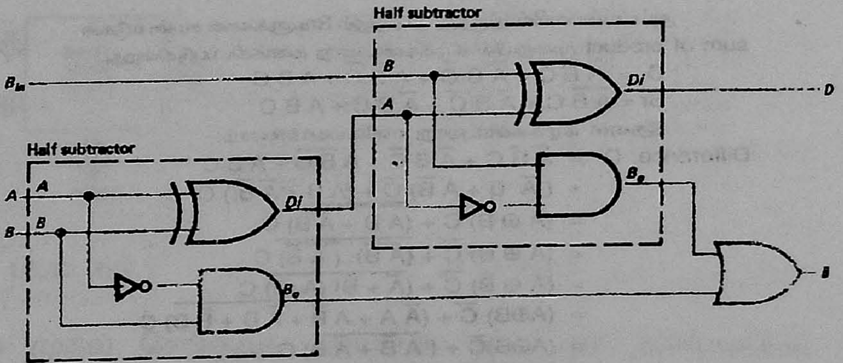
இத்தகைய வெளியீடுகளை ஏற்படுத்தும் அரைக் கழிப்பானின் வாதியல் முறையமை வரைபடம்(6.7) கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

6.1.5. முழு கழிப்பான் (**Full Subtractor**)

மூன்று தனி அலகுகளை கொண்ட இருநிலை அலகு கழிக்க உதவும் வாதியல் சுற்று முழு கழிப்பான் எனப்படும். முழுக் கழிப்பானின் வாதியல் வரைபடமானது படம் 6.8-ல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.







படம் 6.8

முழு கழிப்பானின் மெய் அட்டவணை 6.4-ல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. இதில் A-ல் இருந்து B கழிக்கப்படுகின்றது. இதனால் (A-B) என்கிற வித்தியாசம் (Difference) D-ம், Br

என்கிற Borrow – ம் கிடைக்கிறது. பின்பு (A-B)–ல் இருந்து C ஆனது மீண்டும் கழிக்கப்படுகிறது.

அட்டவணை 6.4

INPUTS			OUTPUTS	
A	*B*	B_{in}	D_i	B_o
0	0	0	0	0
0	0	1	1	1
0	1	0	1	1
0	1	1	0	1
1	0	0	1	0
1	0	1	0	0
1	1	0	0	0
1	1	1	1	1
A -	*B* -	B_{in}	Difference	Borrow out

மெய் அட்டவணை 6.4-ல் இருந்து D மற்றும் Br-க்கான சமன்பாடுகள் பெருக்கற் பலன் கூடுதல் (Sum of Product) முறையில் எழுதுகின்ற போது கீழ்க்கண்டவாறு வெளியீடு கிடைக்கும்.

அட்டவணையில் இருந்து D மற்றும் Brகளுக்கான சமன்பாடுகள் sum of product முறையில் கீழ்க்கண்டவாறு கணக்கிடப்படுகின்றது.

$$D = \bar{A}\,\bar{B}\,C + \bar{A}\,B\,\bar{C} + A\,\bar{B}\,\bar{C} + A\,B\,C$$

$$Br = \bar{A}\,\bar{B}\,C + \bar{A}\,B\,\bar{C} + \bar{A}\,B\,C + A\,B\,C$$

இதனை கீழ்க்கண்டவாறு எளிமையாக்கலாம்.

$$
\begin{aligned}
\text{Difference, } D &= \bar{A}\,\bar{B}\,C + \bar{A}\,B\,\bar{C} + A\,\bar{B}\,\bar{C} + A\,B\,C \\
&= (\bar{A}\,B + A\,\bar{B})\,\bar{C} + \overline{(A\,B + \bar{A}\,\bar{B})}\,C \\
&= (A \oplus B)\,\bar{C} + \overline{(A\,B + \bar{A}\,\bar{B})}\,C \\
&= (A \oplus B)\,\bar{C} + \overline{(A\,B)}.\overline{(\bar{A}\,\bar{B})}\,C \\
&= (A \oplus B)\,\bar{C} + \overline{(\bar{A} + \bar{B})\,(A+B)}\,C \\
&= (A\oplus B)\,\bar{C} + \overline{(\bar{A}\,A + A\,\bar{B} + \bar{A}\,B + \bar{B}\,B)}\,C \\
&= (A\oplus B)\bar{C} + \overline{(A\,\bar{B} + \bar{A}\,B)}\,C \\
&= (A\oplus B)\bar{C} + \overline{(A\oplus B)}C \\
&= (A\oplus B) \oplus C \\
\text{Difference, } D &= A\oplus B\oplus C \\
\text{Borrow, } Br &= \bar{A}\,\bar{B}\,C + \bar{A}\,B\,\bar{C} + \bar{A}\,B\,C + A\,B\,C \\
&= \bar{A}\,\bar{B}\,C + \bar{A}\,B\,\bar{C} + (\bar{A}\,B\,C + \bar{A}\,B\,C + \bar{A}\,B\,C) + ABC \\
&= \bar{A}\,C\,(\bar{B} + B) + \bar{A}\,B\,(\bar{C} + C) + B\,C\,(\bar{A} + A)
\end{aligned}
$$

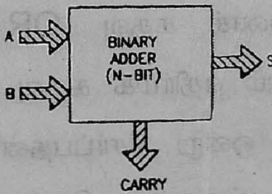
எனவே borrow, Br $= \bar{A}\,C + \bar{A}\,B + B\,C$

6.2.இணை ஈரடிக் கூட்டி (Binary Parallel Adder)

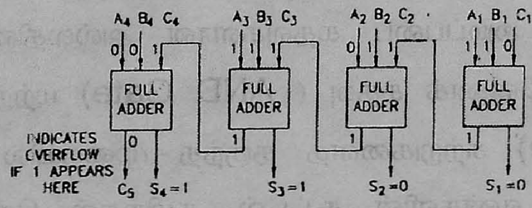
இணை ஈரடிக்கூட்டி ஒன்றைவிட அதிக இலக்கங்களைக் கொண்ட இரண்டு ஈரடி எண்களைக் கூட்டக்கூடியது. பல இலக்கங்களைக் கொண்ட இரண்டு ஈரடி எண்களைக் கூட்ட படம் 6.9-ல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளவாறு முழுக்கூட்டிச் சுற்றுக்களை இணைக்கலாம். FA என்று குறிப்பிடப்பட்டுள்ள பெட்டிகள் முழுக்கூட்டிகளாகும்.

எ.கா: கூட்ட வேண்டிய இரண்டு ஈரடி எண்கள் A_3,A_2,A_1A_0 மற்றும் B_3,B_2,B_1B_0 என்றால் முடிவு $S_4,S_3,S_2S_1S_0$ என்று குறிப்பிடலாம்.

$$\begin{array}{r} A_3,\ A_2,\ A_1\ A_0 \\ B_3,\ B_2,\ B_1\ B_0 \\ \hline S_4,\ S_3,\ S_2\ S_1\ S_0 \\ \hline \end{array}$$



படம் 6.9



படம் 6.10

இதில் முதல் செங்குத்து வரியைக் கூட்ட ஓர் அரைக்கூட்டி போதுமானது. ஆனால், இரண்டாம், மூன்றாம் செங்குத்து வரிசைகளுக்கு முன் வரிசையிலிருந்து ஒரு சுமை அமைவதால் முதல் வரிசையைத் தவிர்த்து மற்ற வரிசைகளுக்கு முழுக்கூட்டிச் சுற்று தேவைப்படும்.

செயல்முறை :

இந்தக் கூட்டிச்சுற்று வேலை செய்யும் விதத்தை ஓர் எடுத்துக்காட்டைக் கொண்டு விளக்கலாம். உதாரணமாகப் பத்தடி எண்கள் 7 மற்றும் 5-ஐக் கூட்டுவதாகக் கொள்வோம். படம் 6.9 மற்றும் 6.10 இந்த எண்களைக் கூட்ட 4 அலகு எவ்வாறு செயல்படுகிறது என்பது காட்டப்பட்டுள்ளது.

பத்தடி எண் 7க்கான ஈரடிச் சமனி 0111 மற்றும் பத்தடி எண் 5க்கான ஈரடிச் சமனி 0101. படத்தில் இந்த உள்ளீடுகளும் குறிக்கப்பட்டுள்ளன.

இச்சுற்றின் தொடக்கத்திலுள்ள அரைக்கூட்டியின் வெளியீடை நாம் விரும்பியபடி இயங்கும் சுற்றுகளை அமைக்க எண்ணிலக்க மின்னணுயியல் மிகுந்த பயனுள்ளதாக உள்ளது. ஒன்றினை அமைப்புகளில் பல அடிப்படை கதவுகள் சேர்க்கப்படுகின்றன. இத்தகைய ஒன்றினைச் சுற்றுகள் படித்தரக் கதவு தொகுப்புகள் எனவும் குறிப்பிடப்படுகின்றன.

அடிப்படை கதவுகளான அல்லதிணைக் கதவு (OR Gate), உம்மிணைக் கதவு (AND Gate) மற்றும் எதிர்மக் கதவு (NOT Gate) சுற்றுகளைத் தகுந்த முறையில் ஒன்று சேர்ப்பதன் மூலம் ஈரடி எண்களின் கூட்டல், கழித்தல் செயல்களைச் செய்ய கூடிய சுற்றுகளை அமைக்கலாம்.

இந்த அலகில் மற்ற இணைப்பு மற்றும் கூட்டு சுற்றுகளான அரைக்கூட்டி, முழுகூட்டி, அரைக் கழிப்பான், முழு கழிப்பான், குறியீடு மாற்றி, ஒன்றின் பலவாக்கி, பலவின் ஒன்றாகி முதலியன விளக்கப்பட்டுள்ளன.

6.2.1. கூட்டல் மற்றும் கழித்தல் செயல்களை 1-ன் மாற்று அமைப்பு மூலம் செய்தல் (Addition & subtraction in 1's complement system)

1-ன் மாற்று அமைப்பானது எதிர் எண்கள் மற்றும் அடிக்கடி பயன்படுத்தப்படும் ஈரடி எண்களிலுள்ள 0-ஐ 1-ஆகவும் 1-ஐ 0-ஆகவும் மாற்ற சாதனங்களிலும் வெகுவாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. மிகவும் எளிதாக எண் அமைப்பில் உள்ள எல்லா எண்களின் 1-ன் நிரப்பியாக மாற்றி கணக்கிடலாம்.

1-ன் மாற்று முறையைப்பயன்படுத்தி நேர் மற்றும் எதிர் எண்களைக் கணக்கிடும்போது சில குறிப்புகளைக் கவனிக்கவேண்டும்.

i. இரண்டு ஈரடி மிகை எண்களைக் கூட்டும் போது குறி அலகானது 0 ஆக எண்களுக்கு முன் குறிப்பிட வேண்டும். இது மிகவும் எளிமையாகக் கூட்டப்பட்டும், மிகை வராமலும் இருக்கும்.

1 என சைகை அலகில் வந்தால் சைகை பகுதி மிகுதியாகிவிடும். (மிகுந்து வழிதல்). மேலும், மிகை பகுதியில் 1 என வராமல் பார்த்துக்கொள்ள வேண்டும். எனவே மிகுந்து வழிதல் அவசியம் ஏற்படாது எனக்கொள்வோம்.

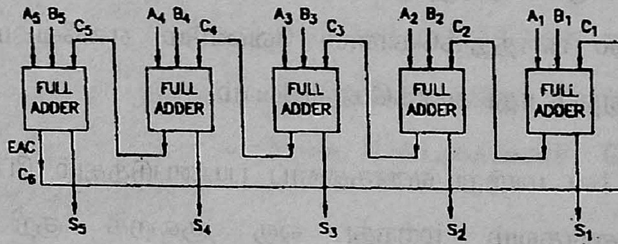
ii. இரு 1ன் மாற்று எண்களைப் பயன்படுத்தும் போது ஒரு மிகை குறி எண்ணாகவும் மற்றது ஒரு குறைக் குறி எண்ணாகவும் இருந்தால் அவைகள் முறையே கூட்டும்போதோ அல்லது கழிக்கும்போதோ எந்த எண் முன்பு வருகிறதோ அதற்கேற்ப அதன் மதிப்பும், குறி மதிப்பும் அமையும். கூடுதலை கவனிக்கும்போது கூடுதல் குறையாக இருந்தால் எதிர் எண் அதிகமாக இருக்கும். மேலும் கூடுதல் மிகை மதிப்பில் இருந்தால் மிகை மதிப்புடைய எண் அதிகமாக இருக்கும்.

தற்சமயம் எதிர் எண், மிகை எண்ணை விட அதிகமாக இருந்தால் அவற்றின் கூடுதலின் எண் எதிர் எண்ணாக அமைந்து பின்பு அதன் 1 மாற்று அமைப்பினைக் கொண்டு கிடைக்கும். இறுதியாக பதில் எண்ணை மிகை எண்ணாக (End Awlnd Carry) மாற்றிக் கொள்ளலாம்.

தற்சமயம் கூடுதல் மதிப்பு 1ன் மாற்றாக இருக்கம். சைகை அலகு 1 என இருந்தால் கூடுதல் மதிப்பு குறை (-ve) ஆகும். மேலும் ஈரடி எண் -ன் மாற்று அமைப்பில் இருக்கும்.

iii. மிகை எண்கள் அதிக அளவில் இருக்கும்போது கூடுதல் EAC முறையில், தானே உருவாகி சரி செய்யாமல் பயன்படுத்தப்படும் EAC முறையில் இறுதி வடிவம் பெறப்படும்.

iv. பயன்படுத்தப்படும் எல்லா எண்களும் குறை (negative) என்று இருந்தால் EAC உருவாகி எவ்வித பரிமாணங்களையும் பொருட்படுத்தாமல் செயல்படும்.



படம் 6.11

மேற்குறிப்பிட்ட குறிப்புகளையும் கவனத்தில் கொண்டு சைகை அலகினையும் கருத்தில் கொண்டு ஒரு சேர்ப்பான் சுற்று (Adder) வடிவமைக்கப்படுகிறது. இந்த முறை படம் 6.11-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

இந்தச் சுற்றுடன் மிகுந்து வழிதல் சுற்றானது பல சேர்ப்பானுடன் சேர்ந்து பயன்படுத்தப்படுகிறது. இவ்வாறாக 1-ன் நிரப்பியைக் கொண்டு சைகை மற்றும் எண்முறைகளுக்குரிய சிறப்பு சுற்றுகளை வடிவமைக்கலாம்.

6.3. கூட்டல் மற்றும் கழித்தல் செயல்களை 2ன் நிரப்பி அமைப்பில் செய்தல் (Addition & subtraction in 2's complement system)

குறியீட்டுடன் கூடிய இரண்டு எண்களுக்கான கூட்டல் கழித்தல் செய்யும்போது சில நேரங்களில் சற்று கடினமான சுற்றுகள் தேவைப்படுகிறது. இதனைத் தவிர்க்க 2ன் நிரப்பி முறையைப் பயன்படுத்திச் சுற்றுகள் வடிவமைக்கப்படுகிறது. 1ன் நிரப்பி முறைபோன்று செயல்பட்டாலும், இம்முறையில் சில மாற்றங்கள் தேவைப்படுகிறது. இம்முறை மூலம் கூட்டும்போது EAC முறை தேவைப்படவில்லை என்பது சிறந்த பயன்பாடாகும்.

2ன் நிரப்பி முறையைச் சில சந்தர்ப்பங்களில் பயன்படுத்தும் முறையைக் காண்போம்.

அவையாவன:

i. கூட்டப்படும் எண்கள் மிகை எண்களாக இருக்கும்போது இம்முறையைப் பயன்படுத்தலாம்,

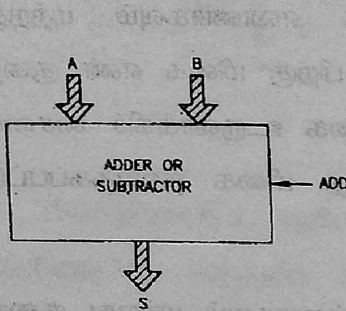
ii. இரண்டு எண்களில் ஒன்று மிகை எண்ணாகவும் மற்றது குன்றயாக இருப்பதாக கருதுவோம். பிறகு மிகை எண் குறை எண்ணைவிட அதிகமாக இருக்க மிகை உருவாக்கிச் சைகை அலகில் சரிசெய்யப்படும். பின் அந்த மிகை தவிர்க்கப்பட்டு வெளியாகும்.

iii. இரண்டு எண்களில் ஒன்று மிகை எண்ணாகவும் மற்றது குறை எண்ணாகவும் இருப்பதாகக் கருதுவோம். குறை எண்ணின்

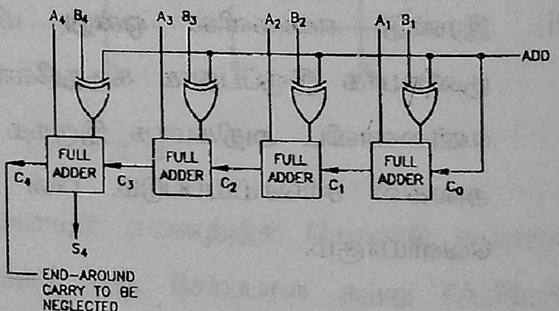
பரிமாணங்கள் அதிகமாக இருப்பின் ஏதேனும் EAC உருவாகாமல் சைகை அலகு சரிசெய்யப்பட்டுச் சரியான வெளியீடுகள் கிடைக்கும்.

iv. கூட்டப்படும் இரண்டு எண்களும் குறை மதிப்பிலிருந்தால் மிகை (Carry) சைகை அலகில் ஆக வெளிப்படும். இந்த MSB சைகை அலகிற்கு அடுத்து இருக்கும். கிடைக்கப்பட்ட மிகை சைகை மீப்பெரு பொருள் நிறைவுள்ள அலகு (Most Significant Bit MSB)அலகை விலக்கும் அளவிற்கு உருவாக்கிவிடும்.

2ன் நிரப்பி முறையில் நிரம்பி உருவாகும் சைகை அலகுகள் கூட்டல் மற்றும் கழித்தல் செயல் செய்யும் போது விலக்கப்பட்டு விடுகின்றன. மேலும் இணை அமைப்புகளிலும் 2ன் நிரப்பி கூடுதல், கழித்தல் முறை பயன்படுத்தப்படுகிறது. எல்லாக் குறை எண்களையும் இம்முறையைப் பயன்படுத்தி நிறை எண்களாக மாற்றியும், குறி மற்றும் பரிமாணங்களை மாற்றியும் சிறப்பாகச் செய்யலாம். எல்லாவிதமான நீளமதிப்புள்ள எண்களுக்குக் கூட்டல் அல்லது கழித்தல் முறைகளைச் செய்வதற்கான கட்டப்படம் 6.11(a)ல் காட்டப்பட்டுள்ளது. மேலும் 2ன் நிரப்பியைப்பயன்படுத்திச் சேர்ப்பதை படம் 6.11(b)ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



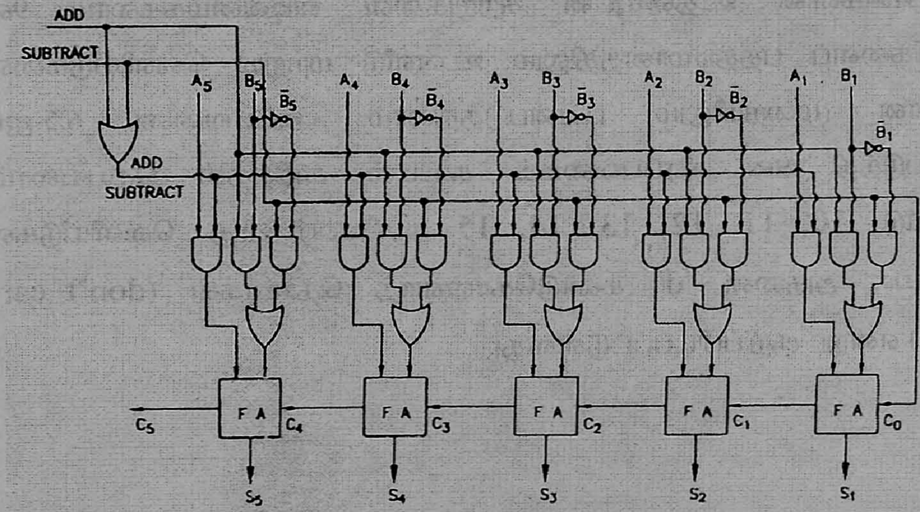
படம் 6.12(a)



படம் 6.12(b)

சுற்றுப் படம் 6.12(a) மற்றும் 6.12(b)-ல் 2ன் நிரப்பி எண்களின் கூட்டல் மற்றும் கழித்தல் செயலுக்கு வரையப்பட்டுள்ளது. படத்தில் உம்மிணைக் கதவு, அல்லதிணைக் கதவு மற்றும் எதிர்மம் பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளது.

இந்த வாதியல் சுற்றைப் பயன்படுத்தி A மற்றும் B எண்களை A_1, B_1 என மீச்சிரு பொருள் நிறைவுள்ள அலகு (Least Significant Bit LSB) ல் இருக்குமாறு செய்யப்பட்டுள்ளது. சுற்றில் ADD மற்றும் SUBTRACT என கட்டுப்பாட்டுச் சைகைகள் இருக்கின்றன. சுற்றில் ஏதேனும் கட்டுப்பாடு ஒன்றில் கூட 1 இல்லாமல் இருந்தால் வெளியீடு 0 ஆக இருக்கும்.



படம் 6.13

ADD சைகைக்கு 1 என்று கொடுத்தால் அது கூட்டல் பணி செய்யும். SUBTRACT சைகைக்கு 1 என கொடுத்தால் அது கழித்தல் பணி செய்யும். அல்லதிணையிலிருந்து உம்மிணைச் சுற்று B அல்லது $\overline{B}$ஐ தேர்ந்தெடுக்கப் பயன்படுகிறது. ADD சைகை எல்லா B அலகுகளையும் பெற்று முழுசேர்ப்பானுக்குச்

செயல்படுத்த எடுத்துச் செல்கிறது. மேலும் SUBTRACT சைகையானது Bன் நிரப்பியை உருவாக்குகிறது. அதாவது $\overline{B}$ அதற்குச் சரியான முழுசேர்ப்பிக்குச் செல்லும். இம்முறையைப்பயன்படுத்தி கூட்டல், கழித்தல் செயல் செய்கிறோம். இங்கு மிகுதி வழிதல் பிரச்சினை கிடையாது. எவ்வாறாக இருப்பினும் மிகுதி வழிதல் முறையை கண்டறிவதற்கு இவ்வகைச் சுற்று பயன்படுகிறது. இது படம் 6.13-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

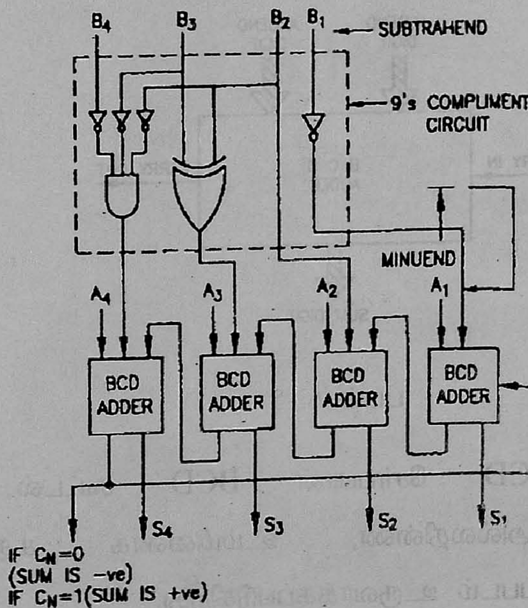
6.3.1. கூட்டல் மற்றும் கழித்தல் செயல்களை 9ன் நிரப்பி அமைப்பு மூலம் செய்தல்

BCD அமைப்பில் 9ன் நிரப்பிகளைக் கொண்டு கழிப்பான்களின் உதவியுடன் சுற்றுகளை வடிவமைக்கலாம் 9ன் நிரப்பிகளைப் பத்தடிமானத்திலும் உள்ளீடு மற்றும் வெளியீடுகளை ஈரடிமான முறையிலும் பயன்படுத்தலாம். அட்டவணை 6.5-ஐப் பயன்படுத்தி 9ன் நிரப்புவகைக் கூட்டல் கழித்தல் செய்யலாம். உள்ளீடு 10, 11, 12, 13, 14, 15 ஆகியவற்றிற்கு வெளியீடுகள் கிடையா. அதனை ‘d’ கண்டுகொள்ளாத் தொடர்கள் (don’t care terms) என்று குறிப்பிடப்பட்டுள்ளது.

அட்டவணை 6.5

Inputs					Outputs				
Equivalent Decimal digit	BCD digit				Equivalent Decimal digit	BCD digit			
	A_1	A_2	A_3	A_4		C_4	C_3	C_2	C_1
0	0	0	0	0	9	1	0	0	1
1	0	0	0	1	8	1	0	0	0
2	0	0	1	0	7	0	1	1	1
3	0	0	1	1	6	0	1	1	0
4	0	1	0	0	5	0	1	0	1
5	0	1	0	1	4	0	1	0	0
6	0	1	1	0	3	0	0	1	1
7	0	1	1	1	2	0	0	1	0
8	1	0	0	0	1	0	0	0	1
9	1	0	0	1	0	0	0	0	0
10	1	0	1	0	7	d	d	d	d
11	1	0	1	1	6	d	d	d	d
12	1	1	0	0	5	d	d	d	d
13	1	1	0	1	4	d	d	d	d
14	1	1	1	0	3	d	d	d	d
15	1	1	1	1	2	d	d	d	d

(Rows 10–15: Corresponds to illegal BCD input codes)

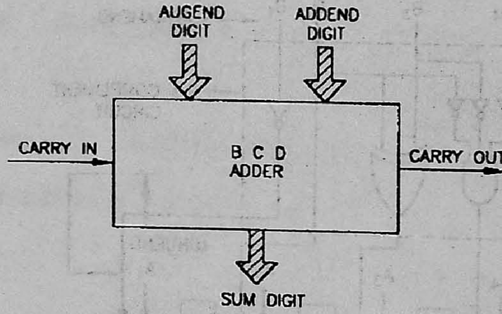


படம் 6.14

சுற்றுப்படம் படம் 6.14 கூட்டல் மற்றும் கழித்தல் செயல்களை 9ன் நிரப்பி அமைப்பு மூலம் செய்வது காட்டப்பட்டுள்ளது.

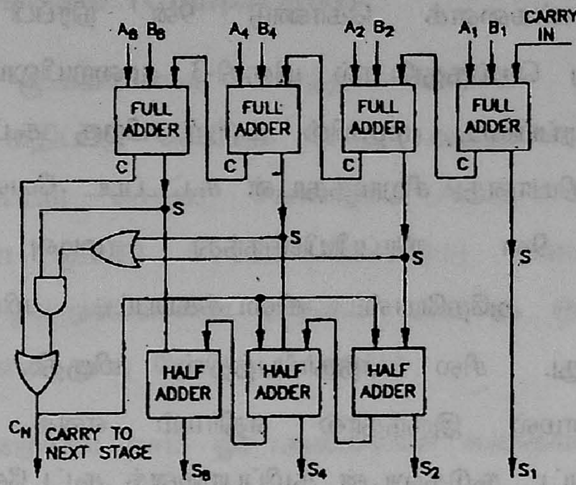
6.4. ஈரடி – குறியீட்டு – பத்தடிமான எண்களின் சேர்ப்பிகள் (BCD Adder)

4 அலகிலான பத்தடி எண்களையும் ஈரடி அலகிலான ஈரடி எண்களையும் சேர்ப்பிகளில் பயன்படுத்திக் கூட்டுவதற்கு BCD சேர்ப்பான் பயன்படுகிறது. BCD சுற்றில் 4 அலகிலான சேர்க்கும் எண்ணிலக்கம் (AUGEND digit) மற்றும் 4 அலகிலான சேர்க்கப்படும் எண்ணிலக்க (ADDEND Digit) வரிகள் உள்ளன. பொதுவாக எட்டு வரிகள் உள்ளீடாக இருக்கும். மிகை உள்ளீடு மற்றும் மிகை வெளியீட்டிற்குத் தனித்தனியான இரு வரிகள் உண்டு. 8421 குறி BCD code பயன்படுத்தப்படுகிறது. BCD செயல் பாட்டினைச் சுட்டுப்படம் 6.15-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



படம் 6.15

இவ்வகையான BCD சேர்ப்பான் BCD கூட்டல் மற்றும் முழுசேர்ப்பான், அல்லதிணை, உம்மிணைக் கதவுகளைப் பயன்படுத்திச் சுற்றுப்படம் உருவாக்கப்படுகிறது.



படம் 6.16

இரண்டு BCD எண்களை கூட்டும்போது 9ஐ விட அதிகமாகிவிடும் எனவே மேலும் 6 மறைவான எண்களிலிருந்து கூட்டவேண்டும். அவையாவன 1010,1011,1100,1101,1110,1111 BCDல் பயன்படுத்தப்படுகிறது. இவை படம் எண் 6.16ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

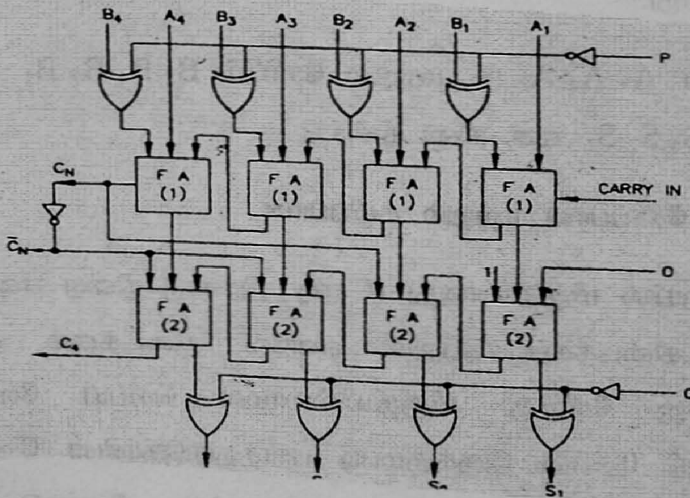
சேர்ப்பான் $A_8\ A_4\ A_2\ A_1$ மற்றும் சேர்ப்பி $B_8\ B_4\ B_2\ B_1$ சேர்ந்து கூடுதலாக $S_8\ S_4\ S_2\ S_1$ என கிடைக்கிறது.

6.5. மிகுதி -3 சேர்ப்பான் மற்றும் கழிப்பான்

இம்முறையில் மிகுதியானது (Carry) இரண்டு நிறை எண்களை கூட்டும்போது கிடைக்கப் பெறும். எனவே கிடைக்கும் கூடுதல் மிகுதியுடன் 3ஐ சேர்த்து மிகுதியில்லாமல் செய்ய வேண்டும். அதாவது மிகுதி 0 என இருக்கும்படி பார்த்துக்கொள்ள வேண்டும். பிறகு கூட்டப்பட்ட எண்களிலிருந்து 3ஐ கழிக்க வேண்டும். ஈரடி எண்ணை மிகுதி - 3 குறி மூலம் ஈரடி எண்களில் கூட்ட வேண்டும். அதேபோல், கழிக்கும்போது 3ஐ கூட்டி மிகுதிவரும் வரை கழிக்க வேண்டும்.

எதிர் எண்களைக் கொண்டு 9ன் நிரப்பி முறையைப் பயன்படுத்துவது செய்ததுபோல் மிகுதி-3 முறையிலும் செய்யலாம் கழிப்பானது நிரப்பியை முதலில் மாற்றி பிறகு கூட்ட வேண்டும். கிடைத்த மிகுதியானது சிறுமத்துடன் கூட்டப்பட வேண்டும். மேலும் கழிப்பானின் 9ன் நிரப்பியிலிருந்து முடிவு நேர்மமாகப் பெறப்படுகிறது. அதேபோல் கிடைக்கப்பட்ட மிகுதி LSBல் சேர்க்கப்படுகிறது. சில சந்தர்ப்பத்தில் மிகுதி 0 அல்லது மிகுதியேயில்லாமல் இருந்தால் எதிர்மம் எனக் கொள்ளலாம். மேலும் பெறப்பட்ட கூடுதலுடன் கழிப்பானைக் கூட்டவேண்டும். பிறகு கழிப்பானில் நிரப்பியைப் பெற்று அதன் வடிவ வித்தியாசம் கணக்கிடப்பட்டுச் சிறும மற்றும் கழிப்பான் தனியாக மிகுதி-3 குறியீட்டில் குறிக்கப்படுகிறது.

இம்முறைகளில் மிகுதி-3 சேர்ப்பான் மற்றும் கழிப்பான் போன்ற முறைக்கான சுற்றுபடம் 6.17-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



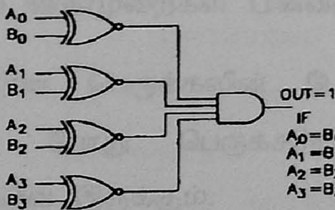
படம் 6.17

6.6. ஒப்பு நோக்குதல் (Comparative)

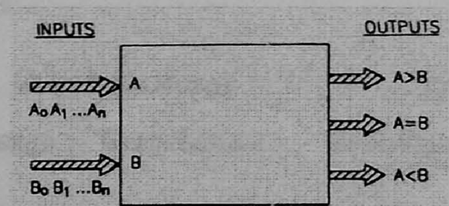
சில முக்கியமான சந்தர்ப்பங்களில் எண்ணிலக்கச் செய்திகளை மதிப்பீடு செய்யும் போது அதிலுள்ள இரண்டு ஈரடி எண்களை ஒப்பீடு செய்ய வேண்டும் (A அ ல்லது B என ்ற வார்த்தைகளை ஒப்பீடு செய்ய வேண்டும்) அவைகள் சமமாக உள்ளனவா? ஒன்றுக்கொன்று அதிகம் அல்லது குறைந்த மதிப்பு இருக்கிறதா? என ஒப்பு நோக்க வேண்டும்.

நடைமுறையில் நாம் ஓர் அலகிலான எண்களை ஒப்புநோக்க மாட்டோம். அவ்வாறில்லாமல் எண்களின் கோர்ப்புகளை (Strings) குறைந்தபட்ச அலகிலான இருபிரிவுகளாகக் கொண்டு ஒப்புநோக்குவோம்.

உதாரணமாக எண்கள் $A=A_n, A_{n-1}, A_{n-2}, \ldots \ldots A_2, A_1$ மற்றும் $B = B_n, B_{n-1}, B_{n-2}, \ldots \ldots B_2, B_1$ எனக் கொள்க. அடிப்படை ஒப்புநோக்கியானது எண்களிலுள்ள ஒவ்வொரு கோப்பிலுள்ள தனித்தனியான எண்களையும் நிபந்தனைகளுக்கேற்ப ஒப்புநோக்கிவிடும். பின் இரு அணிகளும் மிக சமமாக இருந்தால் 1 என்ற வெளியீடு கிடைக்கும். தவிர்க்கப்பட்ட எதிர்ம உம்மிணைக் கதவு (XNOR) கொண்டு எளிதான வகையில் சரியான வடிவிலிருக்கும் அலகுகளை ஒப்பு நோக்கலாம். இரண்டு எண்களின் வாதியில் உள்ளீடு 0 – 0 அல்லது 1 – 1 என இருந்தால் XNOR ன் வெளியீடு 1 ஆக கிடைக்கும்.



படம் 6.18(a)



படம் 6.18(b)

இரண்டு அலகிற்கு மேற்பட்ட எண்களின் கோர்ப்புகளை ஒப்பு நோக்கும் போது அதிகப்படியான XNOR தேவைப்படும். இவற்றின் வெளியீடு 1 என இருக்குமாறு கவனிக்கப்படும்.

எடுத்துக்காட்டாக 4 x 4 என்ற வகையில் 4 – ஒப்பு நோக்கிகள் (A_3, A_2, A_1, A_0) மற்றும் (B_3, B_2, B_1, B_0) என்ற இரண்டு எண்களுக்கு ஒப்பு நோக்க தேவைப்படும். இதற்காக 4 XNOR கதவுகளையும், ஓர் அலகுள்ள AND கதவுடன் இணைக்கப்பட்டு மொத்த வெளியீட்டு மதிப்பு அறியப்படும்.

எல்லா XNOR கதவுகளின் மதிப்பு 1 என இருந்தால் இறுதி வெளியீடு 1 ஆகும். இவற்றிற்கான XNOR மற்றும் AND இணைப்புச் சுற்று படம் 6.18(a)-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது. மேலும் N –அலகிலான ஒப்பு நோக்கிப் படம் 6.18(b)-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

n-அலகு ஒப்புநோக்கியில் உள்ளீடுகளின் மூன்று வகையான ஏற்புத்தன்மைக்கு ஏற்ப (A>B, A=B, A<B) A=B இருக்கும்போது '1' அல்லது HIGH என வெளியீடு கிடைக்கும். அட்டவணை 6.6 ல் 2 – அலகு ஒப்பு நோக்கிக்கான மெய்யட்டவணை காட்டப்பட்டுள்ளது. இதிலிருந்து A>B, A=B, A<B இவற்றின் வெளியீடுகளைக் கொண்டு கார்னா படம் மற்றும் சுற்றுகள் உருவாக்கப்படுகின்றன.

அட்டவணை 6.6

INPUTS		OUTPUTS		+
A_1 A_0	B_1 B_0	A > B	A = B	A < B
0 0	0 0	0	1	0
0 0	0 1	0	0	1
0 0	1 0	0	0	1
0 0	1 1	0	0	1
0 1	0 0	1	0	0
0 1	0 1	0	1	0
0 1	1 0	0	0	1
0 1	1 1	0	0	1
1 0	0 0	1	0	0
1 0	0 1	1	0	0
1 0	1 0	0	1	0
1 0	1 1	0	0	1
1 1	0 0	1	0	0
1 1	0 1	1	0	0
1 1	1 0	1	0	0
1 1	1 1	0	1	1

தொகுப்புச் சுற்றுகள் ஒப்புநோக்கியின் எண்ணிக்கை அடிப்படையில் TTL மற்றும் CMOS குடும்ப சுற்றுகள் கொண்டு வடிவமைக்கப்படுகிறன. இவ்வகைச் சுற்றுகளில் A=B என்பதை மட்டும் அறியாமல் A>B மற்றும் A<B ம் அறியப்படுகிறது.

6.7. பெருக்கி(Multiplier)

ஈரிலக்க எண் பெருக்கலைச் சாதாரண எண் பெருக்கலை போன்றே செய்ய வேண்டும். பின் கூட்டும் போது ஈரிலக்க எண் கூட்டல் முறையைப் பயன்படுத்த வேண்டும்.

ஈரிலக்க எண் பெருக்கலைச் செய்யும் போது கையாள வேண்டிய விதிமுறைகள் பின்வருமாறு:

(i) ஈரடிமான பெருக்கலின் போது பெருக்கியானது '1' – ஆக இருக்கும் போது பெருக்கற்பலனானது பெருக்கப்பட வேண்டிய எண்ணாகவே இருக்கும்.

(ii) ஈரடிமான பெருக்கலின் போது பெருக்கியானது '0' ஆக இருக்கும் போது பெருக்கற்பலனானது சுழியாக அமையும்.

எடுத்துக்காட்டு:

1001(=9) என்ற ஈரடிமான எண்ணை 1100 (=12) என்ற ஈரடிமான எண்ணைக் கொண்டு பெருக்குவதாகக் கருதுவோம். பெருக்கற்பலனானது கீழ்கண்டவாறு அமையும்.

பெருக்கப்படும் எண் (9_{10})	=	1001
பெருக்கி (12_{10})	=	1100
முதல் பகுதிப் பெருக்கல்	=	0000
இரண்டாம் பகுதிப் பெருக்கல்	=	0000
மூன்றாம் பகுதிப் பெருக்கல்	=	1001
நான்காம் பகுதிப் பெருக்கல்	=	1001
மொத்தப் பகுதி பெருக்கல்களின் கூட்டற்பலன்	=	1101100_2

மேற்கண்ட பெருக்கற்பலனானது கீழ்கண்டவாறு விவரிக்கப் படுகிறது. பெருக்கியின் முதல் ஈரடிமான எண்ணானது '0'. எனவே பெருக்கற்பலனானது சுழியாகும். இது முதற்பகுதி பெருக்கற்பலன் என அழைக்கப்படும். பெருக்கியின் இரண்டாம் ஈரடிமான எண்ணானது '0'. ஏனவே பெருக்கற்பலனானது சுழியாகும். இது இரண்டாம் பகுதி பெருக்கற்பலன் எனப்படும். அவ்வண்ணமே மூன்றாம் மற்றும் நான்காம் எண்ணானது '1'. எனவே பெருக்கற்பலனானது பெருக்கப்படும் எண்ணாகவே அமைந்துள்ளது. மேலும் நான்கு பகுதிகளின் கூடுதலானது மொத்த பெருக்கற்பலனுக்குச் சமமாகும். ஒவ்வொரு பகுதி பெருக்கற்பலனை

எழுதும் போதும் இடப்புறமாக ஒரு நிலை (Position) தள்ளி எழுத வேண்டும்.

மேற்கண்ட விதிமுறைகளினின்று பெருக்கிக்கான மின் சுற்று அமைப்பதில் தெளிவு ஏற்படுகின்றது. அவையாவன,

(i). பெருக்கிச்சுற்றின் உதவியால் எண்ணானது 'சுழி' அல்லது "ஒன்று" என்பது தெளிவாகின்றது.

(ii). பகுதி பெருக்கற்பலனானது இடது புறமாக ஒரு நிலை தள்ளி பிரதியிடப்படுகின்றது.

(iii). பெருக்கற்பலனானது ஒட்டுமொத்தப் பகுதிப் பெருக்கற்பலன்களின் கூடுதலாக கருதப்படுகின்றது.

(iv). இந்தச் சுற்றானது எண்களின் குறியைக் கொண்ட இரு ஈரடிமான எண்களின் பெருக்கற்பலனானது நேர்குறியைக் கொண்டும், வெவ்வேறான குறியைக் கொண்ட இரு எண்களின் பெருக்கற்பலனானது எதிர் குறியைக் கொண்டிருக்கும்.

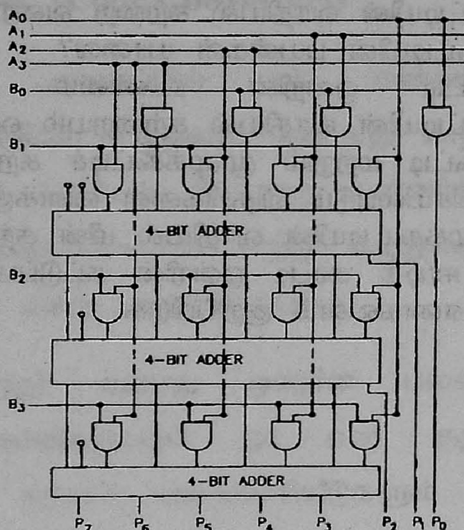
ஈரடிமான பெருக்கலின் போது, ஒத்த மொத்த பகுதி பெருக்கற்பலன்கள் வரும் வரை காத்திருந்து, அதன் பின்தான் ஈரடிமான கூட்டல் முறையைக் கையாள வேண்டும் என்ற அவசியமில்லை. மேற்கண்ட உதாரணத்தைக் கருதுவோம். ஒன்று மற்றும் இரண்டு பகுதி பெருக்கற்பலன்களைக் கூட்டி அதன் பின் மூன்று மற்றும் நான்காம் பகுதி பெருக்கற்பலனை சேர்ந்து கூட்டினாலும் ஒரே மாதிரியான விடையைத்தான் பெறுவோம். 4- அலகு பெருக்கி படமானது படம். 6.18-ல் இடம் பெயர்வி உதவியுடன் காட்டப்பட்டுள்ளது.

படம் 6.19

முதலில் பெருக்கப்பட வேண்டிய எண்கள் நேர் எண்களா அல்லது எதிர் எண்களா என அறிய வேண்டும். பின்பு எண்களுக்கு முன்னுள்ள குறியை தெரிந்து பெருக்க வேண்டும். இவற்றின் மூலம் எதிர் எண்கள் நேர் எண்களாக மாற்றம் பெற்று பெருக்கப்படுகின்றன. பெருக்கியானது MQ பதிவியில் சேமிக்க வேண்டும். மேலும் பெருக்கப்படவேண்டியதை அதற்கான பதிவியில் சேமிக்கப்படுகிறது. சேமக்கலன் (Accumulator) 0 என்ற நிலையில் அமைக்கப்படும். பின்பு பெருக்கல் செய்யச் செய்யப்படுகிறது.

சுற்றில் இணைக்கப்பட்ட சேமக்கலனைக் கவனத்தில் கொள்ளும்போது MQ பதிவியில் இருக்கும் வலப்பகுதியின் இறுதியிலுள்ள அலகானது 0 எனக் கொண்டால் MQ பதிவியில் வலப்புறம் 1 நிலை நகர்த்தப்பட வேண்டும். அவ்வாறில்லாமல் MQ பதிவியிலுள்ள வலப்பகுதியின் இறுதியிலுள்ள அலகானது 1 எனக்கொண்டால் பெருக்கப்படும் பெருக்கியானது சேர்க்கப்பட வேண்டிய சேமக்கலனில் செய்திக்கூறுகள் MQ பதிவியில் 1 நிலை நகர்த்தப்படுகிறது. பின் இரண்டாவது குறிப்பிட்ட அலகுள்ள தகவலைப் பெருக்கியாக MQ பதிவியில் பதியப்படும். இவை

திரும்பத் திரும்பச் செய்யப்படுகிறது. மேற்கண்ட செயல்கள் அனைத்தும் MSB-யாக இருக்கும் எல்லா அலகுகளும் பெருக்கியில் கணக்கிடப்படுகின்றன.



படம் 6.20

பெருக்கிகளின் சுற்றுப்படம் 6.20-ல் பெருக்கிகளின் செயல்பாட்டினைக் கவனத்தில் கொண்டு வரையப்படுகிறது. இரண்டு வேறான எண்களின் கோப்புகள் A_3, A_2, A_1, A_0 மற்றும் B_3, B_2, B_1, B_0 ஆகியவற்றினை பெருக்குவோம். கிடைக்கும் பெருக்கல்பலன் P ($=P_7\ P_6\ P_5\ P_4\ P_3\ P_2\ P_1\ P_0$) என்ற எட்டு அலகுள்ள எண்களாகும். A, B மற்றும; P என்ற எண்களின் அடிக்குறி 2ன் மேற்குறிக்கு ஏற்றப் பயன்படும் நிலை அலகுகளாகும்.

பெருக்கலுக்கான சமன்பாடு இங்கு குறிப்பிடப்பட்டுள்ளது.

$$P = (A_3\ A_2\ A_1\ A_0)\ B_0 \times 2^0 + (A_3\ A_2\ A_1\ A_0)\ B_1 \times 2^1 + (A_3\ A_2\ A_1\ A_0)\ B_2 \times 2^2 + (A_3\ A_2\ A_1\ A_0)\ B_3 \times 2^3$$

பெருக்கலுக்கான சுற்றுப்படம் 6.20-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

கேள்விகள்:

1. அரைக்கூட்டி என்றால் என்ன?
2. அரைக்கூட்டியின் வாதியல் சுற்றை வரைக.
3. முழுக்கூட்டி என்றால் என்ன?
4. முழுக்கூட்டியின் வாதியல் சுற்றை வரைக.
5. அரைக்கூட்டியின் பயன்கள் யாவை?
6. முழுக்கூட்டி ஒன்றின் உண்மை அட்டவணையையும் முழுக்கூட்டியின் வாதியல் சுற்றையும் வரைக.
7. அரைக்கூட்டி மற்றும் முழுக்கூட்டிச் சுற்றுக்களை வரைந்து அவை செயல்படும் விதங்களை விளக்குக.
8. ஒரு முழுக்கூட்டியின் வாதியல் மின் சுற்றுப்படம் வரைக.
9. இணை ஈரடிக் கூட்டி ஒன்றின் சுட்டுப்படம் வரைந்து அது கூட்டும் எண்களைக் குறிப்பிடுக.

இயற்கணித வாதியல் (Arithmetic Logic)

7.1 எண்குறிமாற்றிகள் (Code Converters)

எண்ணிலக்க அமைப்பில் ஓர் எண்ணினை பல்வேறு வகையான குறியீடுகளில் எழுதலாம் அல்லது மாற்றலாம் என்பதை அறிவோம். நமக்குத் தெரியும். இவ்வாறு எண்ணினை ஈரடி வடிவம் அல்லது மற்ற குறிவடிவங்களில் மாற்றி எழுதுவது **எண்குறிமாற்றி** அல்லது **எண்மாற்றி** என்று அழைக்கப்படும்.

எண்குறி மாற்றி என்பது ஒன்றின் பலவாக்கிப் போன்ற அமைப்பினைக் கொண்டதாகும். ஓர் எண் குறிமாற்றி என்பது பல-உள்ளீடுகளும் மற்றும் பல-வெளியீடுகளும் கொண்ட சுற்று ஆகும். எண் குறிமாற்றியின் சிறப்பான வெளியீடுகள், மாற்றிகள், தொடரிகள், ஓட்டிகள் போன்றவற்றில் பயன்படுகின்றன.

எண்குறிமாற்றியில் உள்ளீட்டுத் தகவல் மட்டும் கிடையாது. எண்குறிமாற்றியில் வெளியீட்டு இணைப்பான்களின் எண்ணிக்கையானது உள்ளீட்டு இணைப்பான்களின் எண்ணிக்கையை விட அதிகமாக இருக்கும். பொதுவாக உள்ளீட்டு வரிகள் முகவரி வரிகள் என அழைக்கப்படும். நாம் உள்ளீட்டு வரிகள் மூலம் கொடுக்கும் முகவரியைப் பொருத்து அதற்குரிய ஒரே ஒரு வெளியீட்டு வரியினை மட்டும் ஒரு நேரத்தில் பயன்படுத்த **இயலும் நிலையில்** (enable) இருக்கும் மீதமுள்ள வெளியீடுகள் **இயலா நிலை** (disable) நிலையில் இருக்கும்.

எட்டில் ஒன்று குறியீடு மாற்றியின் வடிவம், வாதியல் படம் மற்றும் மெய்யட்டவணை போன்றவைகள் படம் 7.1(a)-ல் கொடுக்கப் பட்டுள்ளது. எட்டில் ஒன்று குறிமாற்றியானது மூன்று உள்ளீடு வரிகளையும், எட்டு வெளியீடு வரிகளையும் மற்றும் ஒரேயொரு

கட்டுப்பட்டு இயலும் வரியையும் கொண்டுள்ளது. இதிலுள்ள உள்ளீடு மற்றும் வெளியீடு வரிகளின் எண்ணிக்கைகளைக் கருத்தில் கொண்டு இதனை எட்டில் மூன்று எண் குறிமாற்றி என்றும் அழைக்கலாம்.

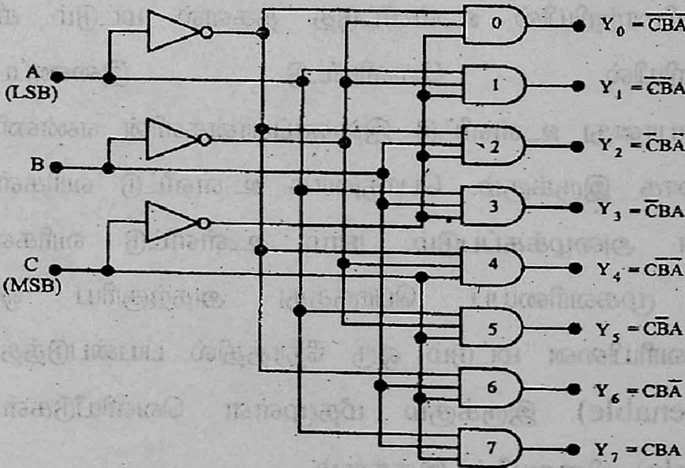
ஏண் குறிமாற்றியின் வாதியல் படம் 7.1(b)-ல் எட்டு உம்மிணைக் கதவுகள் வெளியீட்டு பக்கத்தில் இணைக்கப்பட்டுள்ளது.

Input Address lines — A (LSB), B, C (MSB) — 1 of 8 decoder — Enable — Output lines Y_0 … Y_7

(a) Symbol

C	B	A	Y_0	Y_1	Y_2	Y_3	Y_4	Y_5	Y_6	Y_7
0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1

படம்.7.1(a) மெய்அட்டவணை.7.1



படம்.7.1(b)

கொடுக்கப்படுகின்ற உள்ளீடு முகவரியானது CBA=000 என இருந்தால் '0' என்கிற உம்மிணைக் கதவில் மட்டும் உள்ள

அனைத்து உள்ளீடுகளும் உயர் அளவில் இருக்கும். எனவே வெளியீடு y_0 மட்டும் உயர் அளவில் இருக்கும். இப்பொழுது மற்ற கதவுகளைப் பார்க்கின்றபோது அதில் குறைந்தது ஏதாவது ஓர் உள்ளீடாவது தாழ் மட்டத்தில் இருப்பதால் y_1 முதல் y_7 வரை உள்ள வெளியீடுகள் தாழ் மட்டத்தில் இருக்கும்.

இதே போன்று CBA=001 என கொடுக்கப்பட்டால் ‘1’ என்கிற உம்மிணைக் கதவின் உள்ளீடுகள் மட்டும் உயர் அளவில் இருந்து வெளியீடு y_1ஐ மட்டும் இயலும்படி செய்யும். ஆகவே y_1 வெளியீடு மட்டும் உயர் அளவில் இருக்கும். ஏனைய வெளியீடுகள் தாழ் அளவில் இருக்கும்.

இதேபோன்று கொடுக்கப்படுகின்ற முகவரி உள்ளீட்டைப் பொருத்து வெளியீட்டில் உள்ள எட்டு இணைப்புகளில் ஒரேயொரு வெளியீடு மட்டும் ஒரு நேரத்தில் இயலும் (1) ஆகும். மீதமுள்ள வெளியீடுகள் (0) இயலா நிலையில் இருக்கும். இயலும் உள்ளீடு வரியானது எண் குறியீடு மாற்றியை இயலச்செய்ய உதவுகிறது. இது ‘0’- வாக இருந்தால் எண் குறியீடுமாற்றியானது எவ்வித செயலையும் புரிவதில்லை.

7.2 ஒப்புமை உருவாக்கி (Parity Generator)

எண்ணிலக்கத் தகவல்கள் பொதுவாக ஈரடி நிலையில் இருக்கும். இத்தகைய தகவல்கள் ஓர் இடத்திலிருந்து மற்றோர் இடத்திற்கு செல்லுகின்ற போது இரைச்சல் மற்றும் மாறுகின்ற நிலை (transient) ஆகியவற்றால் பிழை (error) ஏற்பட வாய்ப்பு உள்ளது. அதாவது தகவலில் உள்ள 1 ஆனது 0- வாகவோ அல்லது 0-ஆனது 1 ஆகவோ மாற வாய்ப்பு உள்ளது. இது பிழை எனப்படும். இத்தகைய பிழைகளைக் கண்டுபிடிக்க 0 அல்லது 1 என்கிற இரு நிலை அலகு தேவைக்கேற்பத் தகவலுடன் சேர்த்து

அனுப்பப்படுகிறது. இந்த அலகு ஒப்புமை அலகு (Parity) எனப்படும். இத்தகைய ஒப்புமை அலகை (Parity bit) உருவாக்குகின்ற சுற்றானது ஒப்புமை உருவாக்கி எனப்படும். இது சைகைகளைப் பரப்புகின்ற (Transmitter) இடத்தில் இருக்கும்.

உண்மையான இரு நிலை எண்களைக் கொண்ட தகவல்களில் உள்ள 1-ன் எண்ணிக்கைகளைக் கருத்தில் கொண்டு 0 அல்லது 1 என்கிற ஒப்புமை அலகானது உருவாக்கப்படுகின்றது. பொதுவாக இரட்டை ஒப்புமை (even parity) மற்றும் ஒற்றை ஒப்புமை (odd parity) என இரண்டு வகையான ஒப்புமைகள் (parity) உள்ளன.

இரட்டை ஒப்புமை முறையில் நாம் புதியதாகச் சேர்க்கின்ற ஒப்புமை அலகுகளையும் சேர்த்து ஒட்டுமொத்த இருநிலை எண்ணானது இரட்டைப்படையாக உள்ள 1-ஐப் பெற்றிருக்க வேண்டும். உதாரணமாக, இருநிலை எண்ணானது 0110100 என இருந்தால் இதில் மொத்தமாக மூன்று 1- கள் உள்ளது. எனவே இது ஒற்றைப்படை (odd) 1-களை கொண்டுள்ளது. ஆகையால் ஒப்புமை அலகு (Parity bit) 1-ஐ சேர்த்து அந்த முழு எண்ணினை 10110100 என மாற்ற வேண்டும். இப்பொழுது இதில் மொத்தமாக ஒப்புமை அலகுகளையும் சேர்த்து நான்கு 1-கள் உள்ளது. எனவே இது இரட்டை ஒப்புமை எனப்படும்.

இதே போன்று ஒற்றைப்படை ஒப்புமை முறையில், நாம் புதிதாகச் சேர்க்கின்ற ஒப்புமை அலகுகளையும் சேர்த்து மொத்தமாக ஒற்றைப்படை '1'-கள் இருப்பது போன்று எண்ணினை மாற்ற வேண்டும்.

உதாரணமாக, ஓர் எண்ணானது 0110100 என இருந்தால் இதில் மூன்று 1- கள் உள்ளது. எனவே இதில் ஒற்றைப்படை

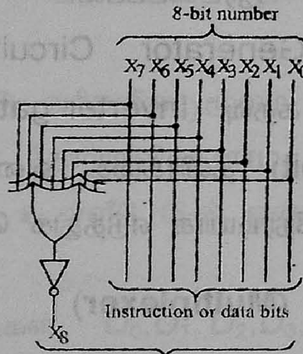
1-கள் ஏற்கனவே உள்ளதால், நாம் சேர்க்கின்ற ஒப்புமை துண்டானது (parity bit) 0 என எடுத்துக்கொள்ள வேண்டும். இதில் ஒட்டுமொத்தமாக ஒற்றைப்படை '1'-கள் உள்ளது.

ஒப்புமை உருவாக்கியில் இரண்டு வகைகள் உள்ளன.

1. ஒற்றை ஒப்புமை உருவாக்கி (Odd parity Generator)

2. இரட்டை ஒப்புமை உருவாக்கி (Even parity Generator)

ஓர் ஒற்றைப்படை ஒப்புமை உருவாக்கியின் வாதியல் (முறையமை) வரைப்படம் படம் 7.2-ல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. இது ஒப்புமை அலகுடன் (Parity bit) சேர்த்து மொத்தமாக 9 அலகுகளைக் கொண்ட ஒற்றை ஒப்புமை எண்ணினை உருவாக்குகின்றது.



படம்7.2

எடுத்துக்காட்டாக, இதற்கு கொடுக்கப்படுகின்ற 8 அலகு எண்ணனாது 00100001என இருப்பதாக எடுத்துக்கொண்டால் இதில் இரண்டு 1-கள் உள்ளது. எனவே தவிர்க்கை வகை-அல்லதினைக் (EXOR) கதவானது அதன் வெளியீட்டில் '0' என்று உருவாக்குகின்றது. இது பின்பு மாற்றம் (Invert) செய்யப்பட்டு

1–ஆக மாறுகின்றது. எனவே இந்த ஒப்புமை அலகான 1-ஐ மேற்கூறிய எண்ணுடன் அதன் இடது பக்கத்தில் சேர்த்தால் இருநிலை எண்ணானது 100100001 என கிடைக்கும். இப்பொழுது இதில் மூன்று 1-கள் உள்ளதால் இந்த எண்ணானது ஒற்றைப்படை ஒப்புமை எண் எனப்படும்.

ஒருவேளை இருநிலை எண்ணானது 00110001 என இருந்தால், தவிர்க்கை வகை - அல்லதிணைக் கதவின் வெளியீட்டில் 1 என்று கிடைக்கும். இது மாற்றமாகி ஒப்புமை அலகானது (parity bit) 0 என்று கிடைக்க பெறும். இப்பொழுது ஒப்புமை அலகுடன் சேர்த்து இந்த எண்ணானது 000110001 என கிடைக்கும்.

அதாவது இதில் ஏற்கனவே மூன்று 1-கள் உள்ளதால் ஒப்புமை அலகையும் சேர்த்து மொத்தமாக ஒற்றை ஒப்புமை எண்ணினை ஒப்புமை உருவாக்கி உருவாகின்றது.

இதே போன்று இரட்டைப்படை ஒப்புமை உருவாக்கிச் சுற்றினை (Parity Generator Circuit) எடுத்துக்கொண்டால் வெளியீட்டில் மாற்றி கதவு (Inverter gate) இருக்காது. ஒப்புமை அலகானது (Parity bit) தவிர்க்கை வகை-அல்லதிணைக் கதவு வெளியீட்டில் இருந்து நேரடியாக எடுத்துக் கொள்ளப்படுகின்றது.

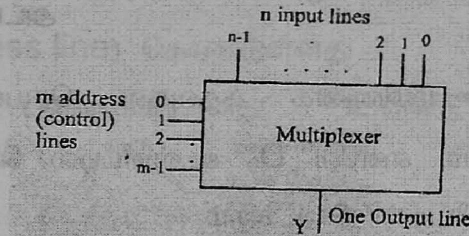
7.3 பலவின் ஒன்றாக்கி (Multiplexer)

பலவின் ஒன்றாக்கி என்பது ஒன்றுக்கும் மேற்பட்ட உள்ளீடுகளையும் ஒன்றாகப்பெற்று, ஆனால் ஒரே ஒரு வெளியீடுக் கொண்ட ஓர் எண்ணிலக்க சுற்றாகும்.

பலவின் ஒன்றாக்கியின் குறியீடு படம்7.3-ல் உள்ளது. இது ‘n’ உள்ளீடு சைகைகளையும் ’m’ கட்டுப்பாடு (Control) அல்லது

முகவரி சைகைகளையும் (address Signals) மற்றும் ஒரே ஒரு வெளியீடு சைகைகளையும் (output signal) (Y) கொண்டது.

8-ன் 1 பலவின் ஒன்றாக்கியின் வாத முறைமை வரைபடம் படம் 7.3-ல் உள்ளது. இதில் 3 கட்டுப்பாட்டு வரிகளையும் (control lines) மற்றும் ஒரே ஒரு வெளியீடு வரியையும் கொண்டது.



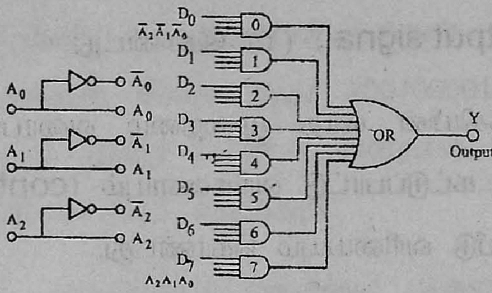
படம் 7.3

கட்டுப்பாடு சைகையில் கொடுக்கப்படுகின்ற முகவரியைப் பொருத்து அதற்குரிய உள்ளீடு மட்டும் வெளியீட்டில் தேர்வு செய்யப்படுகின்றது.

மூன்று கட்டுப்பாடு வரிகளின் மூலம் 000,001,010,011,111 என்கிற 8-முகவரிகளை தோற்றுவிக்களாம். ஒவ்வொரு முகவரியைப் பொருத்தும் அதற்குரிய உள்ளீடு (8-ல் ஒன்று) அதன் வெளியீடாகக் கிடைக்கிறது.

உள்ளீடு அலகுகள் $D_0, D_1, D_2, D_3, D_4, D_5, D_6$ மற்றும் D_7 எனவும், கட்டுப்பாடு வரிகள் A_0, A_1, A_2 எனவும், வெளியீடு Y எனவும் குறிப்பிடப்பட்டுள்ளது. எட்டு உள்ளிடுகளில் ஒரே ஓர் உள்ளீடு மட்டும் கொடுக்கப்படுகின்ற முகவரியைப் பொருத்து வெளியீட்டில் கிடைக்கும்.

எடுத்துக்காட்டாக, கட்டுப்பாடு வரியில் கொடுக்கப்படுகின்ற சைகையானது $A_2, A_1, A_0 = 000$ என இருந்தால் மேல் பக்கமுள்ள உம்மிணைக் கதவு மட்டும் செயல்படும் (Enable).



படம்.7.4

Address input			Enabled AND gate	Output Y
A_2	A_1	A_0		
0	0	0	0	D_0
0	0	1	1	D_1
0	1	0	2	D_2
0	1	1	3	D_3
1	0	0	4	D_4
1	0	1	5	D_5
1	1	0	6	D_6
1	1	1	7	D_7

அட்டவணை.7.2

மீதமுள்ள உம்மிணைக் கதவுகள் செயலற்ற (disable) நிலையில் இருக்கும். எனவே D_0 உள்ளீட்டில் கொடுக்கப்படுகின்ற செய்திகூறு வெளியிட்டில் கிடைக்கும்.

D_0 –ன் மதிப்பானது 0 ஆக இருந்தால் வெளியீடானது Y=0 எனவும், மாறாக D_0 –ன் மதிப்பானது 1 ஆக இருந்தால் வெளியீடானது Y=1 ஆக இருக்கும்.

இவ்வறாக A_2,A_1,A_0 =001 என இருந்தால் வெளியீட்டில் D_1 –ம் என்று இருந்தால் A_2,A_1,A_0 =111 வெளியிட்டில் D_7-ம் கிடைக்கும்.

8-ன் 1 பலவின் ஒன்றாக்கியின் மெய் அட்டவணை7.2 மேலே கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

7.4 ஒன்றின் பலவாக்கி (De multiplexer)

ஒன்றின் பலவாக்கியானது ஓர் உள்ளீடைப் பல வெளியீடுகளாகப் (output) பிரிக்கின்ற வாத முறைமைச் சுற்று ஆகும்.

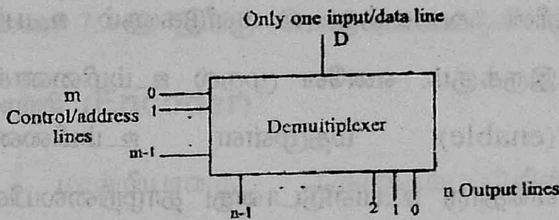
இது செய்தி கூறும் பகிர்வான் (Data Distributer) எனவும் அழைக்கப்படும். கொடுக்கப்படுகின்ற முகவரியைப் பொருத்து அதன் உள்ளீடு சைகையானது ஏதாவது ஒரு வெளியீட்டின் வழியைக்

கடந்து செல்லும். எனவே இதை, 'இணைக்கும் எண்ணிலக்கச் சுற்று (Combinational Digital Circuit)' என்றழைக்கலாம்.

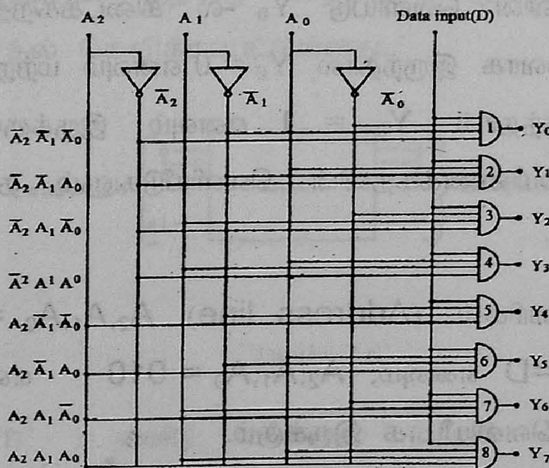
இது ஒரே ஓர் உள்ளீடையும் மற்றும் பல வெளியீடுகளையும் கொண்டிருக்கும். ஒன்றின் பலவாக்கியின் குறியீடனாது படம்.7.5 கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. இது ஓர் உள்ளீடு வரியையும் 'n' எண்ணிக்கைகளைக் கொண்ட வெளியிடு வரிகளையும் மற்றும் 'm' எண்ணிக்கைகளைக் கொண்ட கட்டுப்பாடு/முகவரி வரிகளையும் (Control / Address line) கொண்டுள்ளது.

ஒன்றின் பலவாக்கியானது உள்ளீடு செய்திக்கூறை தேர்ந்தெடுக்கப்பட்ட ஒரு வெளியீடு வரியின் வழியாக

படம்.7.4



அனுப்புகின்றது. எந்த வெளியீடு வரியின் வழியாக செய்திகூறு செல்ல வேண்டும் என்பது கட்டுப்பாடு வரிகளில் கொடுக்கப்படுகின்ற முகவரியைப் பொருத்து இருக்கும்.



படம்.7.5

1 –ன் 8 என்ற ஒன்றின் பலவாக்கியின் வாதியல் (முறைமை) வரைபடம் படம் 7.4 ல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

இது மூன்று கட்டுப்பாடு /முகவரி வரிகளையும், எட்டு வெளியீடு வரிகளையும் மற்றும் ஒரே ஓர் உள்ளீடு வரியையும் கொண்டுள்ளது. இதன் உள்ளீடு வரியானது D எனவும், கட்டுப்பாடு/ முகவரி வரிகள் A_2,A_1,A_0 எனவும் மற்றும் வெளியீடு வரிகள் $Y_0,Y_1,Y_2,Y_3.....$ Y_7 எனவும் குறிப்பிடப்பட்டுள்ளன. செய்திக்கூறு அலகானது (D) ஏதாவது ஒரு வெளியீட்டின் வழியே செல்லும். இது முகவரியைப் பொருத்து இருக்கும்.

முகவரி வரிகள் $A_2A_1A_0 = 000$ என இருந்தால் முதல் உம்மிணைக்கதவின் அனைத்து உள்ளீடுகளும் உயர்நிலை (high level) – 1 ல் இருக்கும். எனவே முதல் உம்மிணைக்கதவு மட்டும் செயல்படும் (enable). மீதமுள்ள உம்மிணைக்கதவுகளில் குறைந்தது ஏதாவதொரு உள்ளீடானது தாழ்நிலையில் (low level) இருப்பதால் அதன் வெளியீடு, 0- ல் இருக்கும். 2 முதல் 7 வரையிலான வெளியீடுகள் செயலற்ற (disable) நிலையில் இருக்கும். எனவே உள்ளீடு செய்திக்கூறானது – D எனவும் முதல் உம்மிணைக்கதவின் வெளியீடு Y_0 -ல் கிடைக்கிறது ($Y_0 = D$). D –ஆனது தாழ்வாக இருந்தால் $Y_0 = 0$ எனவும் மற்றும் D –ஆனது உயர்வாக இருந்தால் $Y_0 = 1$ எனவும் இருக்கும். மீதமுள்ள அனைத்து உம்மிணைக்கதவின் வெளியீடுகளும் தாழ்வுநிலையில் இருக்கும்.

முகவரி வரிகள் (Address line) $A_2,A_1,A_0 = 001$ என்று இருந்தால் $Y_1=D$ எனவும், $A_2,A_1,A_0 = 010$ என்று இருந்தால் $Y_2=D$ எனவும் வெளியீடாக இருக்கும்.

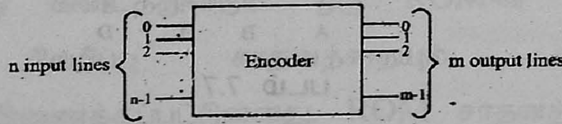
மெய் அட்டவணை 7.3

Control address			Output							
A_2	A_1	A_0	Y_7	Y_6	Y_5	Y_4	Y_3	Y_2	Y_1	Y_0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	D
0	0	1	0	0	0	0	0	0	D	0
0	1	0	0	0	0	0	0	D	0	0
0	1	1	0	0	0	0	D	0	0	0
1	0	0	0	0	0	D	0	0	0	0
1	0	1	0	0	D	0	0	0	0	0
1	1	0	0	D	0	0	0	0	0	0
1	1	1	D	0	0	0	0	0	0	0

இதே போல A_2,A_1,A_0 = 111 என்ற நிலையில் Y_7=D என்றிருக்கும். அதாவது ஒரு நிலையில் ஒரே ஒரு வெளியீடு மட்டுமே செயல்படும் (Enable). 1 of 8 ஒன்றின் பலவாக்கியின் மெய் அட்டவணை 7.3-ல் இங்கு கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

7.5 குறியிடு மாற்றி (Encoder)

குறியீடு மாற்றியானது கொடுக்கப்படுகின்ற உள்ளீடு சைகையைக் குறியீடு வெளியீடு சைகையாக (Coded output signal) மாற்றித் தருகின்றது. இதில் உள்ள உள்ளீடு வரிகளின் எண்ணிக்கையானது, வெளியீடு வரிகளின் எண்ணிக்கையை விட அதிகமாக இருக்கும். குறியீடு மாற்றியின் குறியீடு (Symbol)– ஆனது படம் 7.6-ல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

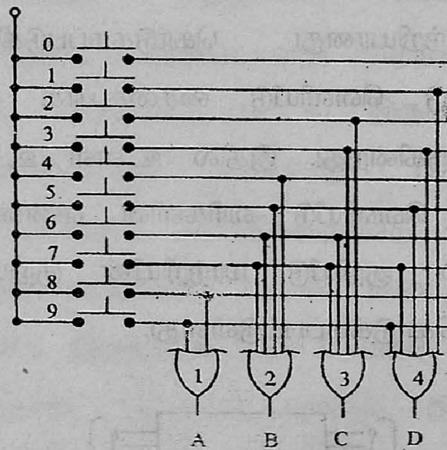


படம் 7.6

இதில் 'n' உள்ளீடு வரிகளும் மற்றும் 'm' வெளியீடு வரிகளும் (n>m) என்ற நிலையில் உள்ளது. குறியீடு மாற்றியானது

கொடுக்கப்படுகின்ற உள்ளீடுகளின் நிலைகளைப் பொருத்து, இருநிலையினால் குறியீடு (Code) செய்யப்பட்ட சைகையை அதன் வெளியீட்டில் தருகின்றது.

ஒரு பொதுவான பத்தடி இருநிலைக் குறியீட்டுப் பத்தடி எண் குறியீடு மாற்றியானது (Decimal – to – BCD Encoder) படம் 7.7 ல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. இதில் 0 முதல் 9 வரை கொண்ட 10-உள்ளீடு வரிகளும் மற்றும் A,B,C,D என்கிற 4-வெளியீடு வரிகளும் உள்ளது. இதன் உள்ளீடானது பத்தடி எண்களைக் கொண்டுள்ளது. இதன் வெளியீடானது இருநிலைக் குறியீட்டு பத்தடி எண்ணினைக் (Binary coded Decimal –BCD) கொண்டுள்ளது. இதன் உள்ளீட்டில் 10 தள்ளு–பொத்தான் அட்டவணை7.4 சாவிகள் (Push button Switches)இணைக்கப்பட்டுள்ளது.



படம் 7.7

சாவி (அழுத்தி) 5 ஐ அழுத்தினால் (On) செய்தால் B மற்றும் D வெளியீடுகளைக் கொண்ட அல்லதிணைக் கதவுகளில் உள்ள ஓர் உள்ளீடானது உயர்வு (1) (High) –ஆக மாறுகின்றது. எனவே வெளியீடானது ABCD = 0101என கிடைக்கும். இது

உள்ளீட்டில் on செய்துள்ள 5 என்ற சாவிக்கு இணையான BCD எண் (5=0101) ஆகும்.

அட்டவணை 7.4

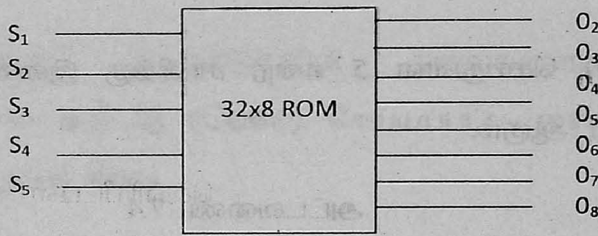
Decimal input	BCD output			
	A	B	C	D
0	0	0	0	0
1	0	0	0	1
2	0	0	1	0
3	0	0	1	1
4	0	1	0	0
5	0	1	0	1
6	0	1	1	0
7	0	1	1	1
8	1	0	0	0
9	1	0	0	1

இதே போன்று ஒவ்வொரு சாவியையும் இயக்கம் செய்யும் பொழுது அதற்குச் சமமான BCD – எண்ணானது வெளியீட்டில் கிடைக்கின்றது. அதாவது இதன் உள்ளீட்டில் உள்ள பத்தடிமான எண்ணானது வெளியீட்டில் BCD-எண்ணாகக் கிடைக்கின்றது. குறியீடு மாற்றியின் மெய்அட்டவணை 7.4-ல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

7.6 படிக்க மட்டும் நினைவகங்கள் (ROM)

ஒரு படிக்கமட்டும் நினைவகத்தில் தகவல்கள் முன்பே நிரந்தரமாகப் பதிக்கப்பட்டிருக்கும் எப்பொழுது தகவல் தேவையோ அப்பொழுது சரியான முகவரி கொடுத்தவுடன் அதற்குரிய தகவல் அல்லது செய்தி கிடைத்துவிடும். ஒரு ROM-ன் ஒரு தகவல் பதிக்கப்பட்ட சேமிப்பு சாதனத்தையும், அல்லதிணைக் கதவுகளையும் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. ROM சாதனத்தில் நிறைய தகவலும் மற்றும் செய்திகளும் வெவ்வேறான முகவரி இடத்தில் பதியப்பட்டிருக்கும்.

எடுத்துக்காட்டாக ஒரு 32×8 ROM ஒன்றை எடுத்துக் கொள்வோம். அதற்கான படம் 7.8-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



படம்7.8

இச்சாதனத்தில் 32 வரிசைகள் அல்லது வார்த்தை அல்லாத செய்திகள் ஒவ்வொரு 8 அலகிலும் பதியப்பட்டிருக்கும். 32 வார்த்தைகளைக் குறிப்பதற்கு 5 முகவரி வரிகள், 5 இணைப்புகளாக, 32 வார்த்தைகளையும் பயன்படுத்த ஏற்படுத்தப்பட்டிருக்கும். எனவே இங்கு 5 சைகை வரிகளாக, 5 மாறி உள்ளீடுகளாகக் கொடுக்குமளவிற்குச் சுற்றுகள் உள்ளன. ROM (32×8) 8 தனி அலகுள்ள வெளியீடுகள் உள்ளன. இந்த ROM அமைப்பு குறியீடு 32 வெளியீடுகள் மற்றும் 8 அல்லதிணைக் கதவுகள் உள்ள 32 உள்ளீடுகள் தனித்தனியாக உள்ளது. 5 முகவரிகளுக்கு 5 உள்ளீடு இணைப்புகள் (S_1,S_2,S_3,S_4,S_5) என்ற அல்லதிணை இணைப்புகள் உள்ளீடுகளாக இணைக்கப்பட்டு வெளியீடு குறி மாற்றியாக இருக்குமாறு அமைக்கப்பட்டுள்ளது.

பொதுவாக ROM ஒன்று m வெளியீடுகள் மற்றும் n உள்ளீகள் கொண்டு 2^n நினைவிடங்களைப் பெற்றிருக்கும். வார்த்தை நீளங்கள் அல்லது வார்த்தை அலகுகள் எந்த இடத்திற்கு தேவையோ அல்லது எந்த முகவரிக்கு வெளியீடு தேவையோ அதற்கேற்றவாறு அமைக்கப்பட்டிருக்கும். வெளியீடுகள் எவ்வளவு வேண்டுமானாலும் Q_1,Q_2,Q_3,Q_4,Q_5,Q_6,Q_7,Q_8 வகையில் இருக்கும். LSB Q_8 ஆகவும் MSB Q_1 ஆகவும் இருக்கும்.

7.7 புள்ளி மாற்று எண்ணைக் கொண்டு எண்கணித இயக்கங்கள் (Arithmetic operations with floating point number)

பொதுவாகப் பத்தடி எண்களைப் பயன்படுத்தி மிக பெரிய மற்றும் மிகச்சிறிய எண்களை அறிவியல் குறிமாணத்துடன் எழுதலாம். இதைப் போன்றே ஈரடி எண்களை முழுக்கல் பகுதியாகவும், அடுக்கு குறிப்பகுதியாகவும் பிரித்து எழ்தலாம்.

கணினி பொறிக்கு அனுப்பப்படும் வார்த்தை இரு பாகங்களாக இருக்கும். அவையாவன 16-அலகுள்ள முழுக்கல் பகுதி (Mantissa Part) மற்றும் 6-அலகுகளுள்ள ஓர் அடுக்குக் குறி பகுதி (Exponent Part) இருக்கு ம். முழுக்கள் பகுதியானது இரட்டை நிரப்பி வடிவில் இருக்கும். அலகின் (bits) இடப்புற இறுதி குறிக்காக (for sign)-க்காக ஒதுக்கப்பட்டுள்ளது. ஈரடி புள்ளியானது குறி அலகிற்கு வலப்புறத்தில் இருக்கும். அடுக்குக் குறி பகுதி 6 அலகிற்கு வலப்புறத்தில் ஒதுக்கப்பட்டுள்ளது. இப்பகுதியில் 0 முதல் 63 எண்கள் வரை பதிக்கலாம். எவ்வாறாக இருப்பினும் எதிர் அடுக்கு குறியையும் தேவைக்கு ஏற்ப பயன்படுத்தலாம். 32_{10} $(100000)_2$ என்ற எண்ணை தேவையான அடுக்கு குறிமுறையில் சேர்க்கலாம். இவ்வாறாகப் புள்ளி-மாற்று எண்களுக்கான கட்டமைப்பு ஏற்படுத்தப்பட்டுள்ளது. இம்முறை மிகுதி – 32 குறிமானமாகும்.

ஒரு கணினியில் புள்ளி மாற்று எண்ணைப் பயன்படுத்துவதற்கு ஒரு தனிவகையிலிருக்கும் அதிகப்படியான சுற்றுகள் தேவைப்படுகின்றன. சில கணினியில் இதற்கு தனியான குறிப்பு சுற்றுகள் வெளியில் பயன்படுத்திய பின்பு கணினியில் சேர்த்து இணைத்துக் கொள்ளலாம்.

கணினியானது இயல்பாகப் பெருக்கல், வகுத்தலை அதன் முழுக்கள் பகுதியைக் கொண்டு செய்யக்கூடியது. அதேபோல்

கூட்டல், கழித்தல் போன்றவற்றை அடுக்குக் குறி பகுதி கொண்டு செயல்படுத்தலாம். இதைத் தவிர மிகத் துல்லியமாக கணக்கிடுவதற்கு குறிப்பிட்ட பகுதியைத் தனியாகப் பயன்படுத்திக் கணக்கிடலாம். துல்லியமாகக் கணக்கிடும்போது எண்கள் தொடர்ந்து பயன்படுத்தப்படும் வார்த்தையின் இடது மிகு உள்ளீட்டு பகுதிக்கு நகர்த்திக்கொள்ளும். இவ்வாறு நகர்த்திக் கொள்வதை அதன் அடுக்குக் குறிப் பகுதி தானாகவே தேவைக்கேற்ப மாற்றம் செய்து கொள்ளும். ஒவ்வொரு பகுதியும் இடம் பகுதி பெயர்தலின்போது அடுக்குறியீட்டுப் பகுதியில் ‘1’ அளவிற்குக் குறைக்கப்படும். இவ்வாறு அடுக்குக் குறி எண்ணில் மாற்றம் செய்வதைப் பொதுவாக அளவீடுகள் என அழைக்கலாம். அளவீடுகளைக் கொண்டு எல்லா வகையான எண்களுக்கும் எண்கணிதச் செயல்களைத் தெளிவாக, சரியாகச் செய்ய முடியும்.

கூட்டல், கழித்தல் முறையை அவசியம் இரண்டு எண்களைக் கொண்டு செய்யும்போது அடுக்குக் குறியிலுள்ள எண்கள் சம அளவீடுகளில் அவசியம் இருக்க வேண்டும்.

எடுத்துக்காட்டாக,

$$(0.00194 \times 10^8) + (0.192 \times 10^8) = 0.1934 \times 10^8$$

இவ்வகையான கூடுதலை அளவீடுகள் முறையில் பயன்படுத்தும்போது, மிகவும் குறிப்பிட தகுந்த எண்ணிலக்கமுடைய அதன் அடுக்குறியிலுள்ள ஒவ்வொரு வார்த்தைகளையும் அதற்குத் தகுந்த பகுதியில் சேர்த்துக்கொள்ளும். இரண்டு எண்களில் இருக்கும் அதிகப்படியான அடுக்குக் குறியுள்ள எண்ணை முதலில் பெயரச்செய்து பிறகு அடுத்த எண்ணை பெயரச் செய்யலாம். அடுக்குக் குறியில் ஒவ்வோர் எண்ணும் இடம் பெயர்தலின் போது முதன்மைப் பகுதியில் அவசியம் ‘1’ என்பதை நகர்த்தவேண்டும். இவ்வகை நகர்த்துலானது அடுக்குக் குறி சமமாகும் வரை

நகர்த்தப்படவேண்டும். கூட்டல், கழித்தல் முறையை இவ்வாறு செய்யவேண்டும்.

$$(A \times E^n) + (B \times E^n) = (A+B) \times E^n$$

$$(A \times E^n) - (B \times E^n) = (A-B) \times E^n$$

எல்லாவகையான எண்கணிதச் செயல்பாடுகளையும் முறையாக அளவீடுகள் செய்த பின் அவற்றினை ஈரடி முறைக்கு மாற்ற வேண்டும். ஈரடி எண்கணிதச் செயல்பாட்டிற்குத் தகுந்த வன்பொருளும், மென்பொருளும் பயன்படுத்த வேண்டும். புள்ளி மாற்று எண்ணிற்கான மென்பொருள் மிகவும் மெதுவாகச் செயல்படும் தன்மையுடையது. எனவே இதற்குரிய வன்பொருளை இப்பகுதியில் அவசியம் மாற்றாகப் பயன்படுத்தலாம்.

கேள்விகள்:

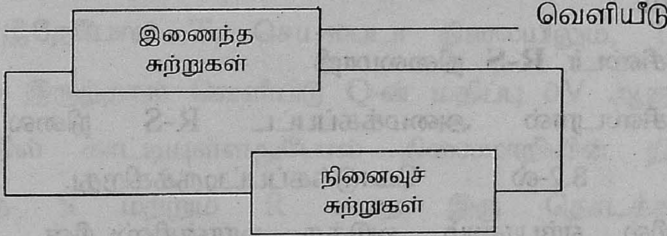
1. எண்குறி மாற்றி என்பது யாது?
2. செய்தித் தொகுப்புத் தேர்வியின் செயலைக் குறிப்பிடுக.
3. ஒன்றின் பலவாக்கி என்றால் என்ன?
4. இணை ஈரடி எண் கூட்டி என்றால் என்ன?
5. ஒன்றின் பலவாக்கியின் சுட்டுப்படம் வரைக.
6. செய்தித் தொகுப்புத் தேர்வியின் சுட்டுப்படம் வரைக.
7. ஈரடி எண் கூட்டல் மின்சுற்றுகள் ஏன் அமைக்கப்படுகிறது? அது எவ்வகையில் சிறந்தது?
8. ஒன்றிணை அமைப்பு வாதியல் சுற்றுக்களில் சிலவற்றின் பெயரைக் குறிப்பிடுக.
9. இணை ஈரடிக் கூட்டி சுற்றுப்படம் வரைந்து அது செயல்படும் விதத்தை எடுத்துக்காட்டுடன் விளக்குக.
10. குறியீடு மாற்றி செயல்முறையைச் சுட்டுப்படத்துடன் சுருக்கமாக விவரிக்க.
11. 16ல் 1 குறியீடு மாற்றியின் படம் வரைந்து செயல்படும் விதத்தை விவரிக்க.
12. 16க்கு 1 செய்தித் தொகுப்புத் தேர்வி சுற்றமைப்பை வரைந்து அது செயல்படும் முறையினை விளக்குக.
13. 1க்கு8 ஒன்றின் பலவாக்கியின் சுற்றமைப்புடன் அது செயல்படுதலையும் அதனை அமைக்கும் பணியில் உள்ள நிலைகளையும் குறிப்பிடுக.

இயல் - 8

நிலைமாறிகள் (Flip – Flops)

8.1 நிலைமாறிகள்

எண்ணிலக்க மின்னணுவியலில் கதவுகளைக் கொண்டு அமைக்கப்படும் எண்முறைச் சுற்றுக்களை இணைந்த சுற்றுக்கள் (combination circuits) என்று அழைக்கிறோம். எந்த ஒரு கணத்திலும் இவ்வகைச் சுற்றுக்களின் வெளியீடுகள் அக்கணத்திலுள்ள உள்ளீடுகளைப் பொருத்திருக்கும். தற்போது உள்ள உள்ளீடு நிலையை மட்டுமின்றி இதற்கு முன்பு இருந்த உள்ளீடுகளையும் பொருத்து எண்முறைச் சுற்றின் வெளியீடு அமையுமானால் அவ்வகைச் சுற்று, தொடர் சுற்று (Sequential circuit) எனப்படும். படம் 8.1-ல் தொடர் சுற்றுக்கான தொகுப்புப் படம் காட்டப்பட்டுள்ளது.



படம் 8.1

தொகுப்புப் படத்திலிருந்து தொடர் சுற்றுக்களுக்கு நினைவுக் கூறுகள் (memory elements) மிகவும் தேவையானவை என்பது தெளிவாகிறது. தொடர் சுற்றுக்களில் பயன்படும் நினைவுக் கூறுகள் **நிலைமாறிகள்** (flip-flops) எனப்படும்.

இரண்டு நிலைத்த நிலைகள் கொண்ட எந்த ஒரு சுற்றையும் இரண்டடிமான அமைப்புகளில் நினைவுக் கூறுகளாகப் பயன்படுத்தலாம். இரண்டு நிலைத்த நிலைகள் கொண்ட இருநிலை நிலைத்த பல்லதிர்வி (Bistable Multivibrator) ஒன்று நிலைமாறியாகச் செயல்படும். நிலைமாறி ஒன்று அதன் ஒரு நிலைத்த நிலையில்

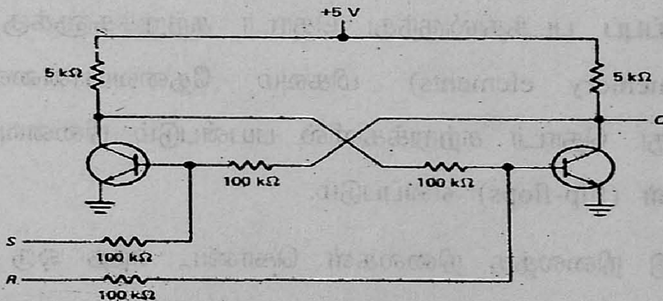
ஈறிலா நேரம் இருக்கும். இந்நிலையிலிருந்து அடுத்த நிலைத்த நிலைக்கு மாற துவக்கத் துடிப்பு (trigger pulse) ஒன்று உள்ளீட்டில் கொடுக்கப்பட வேண்டும். நிலைமாறி ஒரு நிலையில் மாறாமல் இருப்பதால், கொடுக்கப்பட்ட விவரத்தை அல்லது தகவலை அது சேமிக்கவோ அல்லது நினைவில் வைத்துக் கொள்ளவோ செய்கிறது. நிலைமாறி அதற்குக் கொடுக்கப்படும் விவரத்தை நினைவில் பூட்டி வைப்பதால் இதைப் **பூட்டு** (latch) என்றும் அழைக்கலாம்.

8.2 R-S நிலைமாறி

நிலைமாறிகளிலேயே மிகவும் எளிமையானது R-S நிலைமாறியாகும். R-S நிலைமாறிகளை (i) டிரான்சிஸ்டர் மற்றும் (ii) தொகுப்புச் சுற்றுக்களைக் (integrated circuits) கொண்டு அமைக்கலாம்.

8.2.1 டிரான்சிஸ்டர் R-S நிலைமாறி

டிரான்சிஸ்டரால் அமைக்கப்பட்ட R-S நிலை மாறியின் சுற்றுப்படம் 8.2-ல் கொடுக்கப்பட்டிருக்கிறது. ஒவ்வொரு டிரான்சிஸ்டரில் ஏற்பானும் அடுத்த டிரான்சிஸ்டரின் அடிவாயுடன் மின்தடை வழியே குறுக்கிணைப்பில் இருக்குமாறு டிரான்சிஸ்டர் T_1 மற்றும் T_2 இணைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. இந்தக் குறுக்கிணைப்புச்சுற்று



படம் 8.2

நேர்பின்னூட்டத்திற்கு உதவுகிறது. இவ்வகைச் சுற்றுக்களில் இரண்டு நிலைத்த நிலைகள் உள்ளன.

அவைகளாவன

1. T_1 தெவிட்டிய நிலையிலும், T_2 செயல்படா நிலையிலும் உள்ள ஒரு நிலை

2. T_1 செயல்படா நிலையிலும், T_2 தெவிட்டிய நிலையிலுமுள்ள அடுத்த நிலை

டிரான்சிஸ்டர் T_1 தெவிட்டிய நிலையில் இருப்பதாகக் கொண்டால் இதன் ஏற்பான் மின்னழுத்தம் 0V ஆக இருக்கும். இதனால் டிரான்சிஸ்டர் T_2-ன் அடிவாய்க்குக் கிடைக்கும் மின்னழுத்தம் சுழியாகும். எனவே T_2 செயல்படா நிலையை அடையும். T_2-ன் ஏற்பான் மின்னழுத்தம் +5V ஆக இருக்கும். இந்த மின்னழுத்தம் T_1-ஐ தெவிட்டிய நிலையில் வைத்திருக்க உதவும். T_1 தெவிட்டிய நிலையில் இருந்தால் T_2-செயல்படா நிலையில் இருக்கும். இதேபோல் T_1 செயல்படா நிலையிலும், T_2-தெவிட்டிய நிலையிலும் இருந்தால் வெளீயிடு Q-ன் மதிப்பு 0V ஆகும்.

படத்தில் காட்டியுள்ளதுபோல் நிலைமாறியின் நிலைகளைக் கட்டுப்படுத்த S மற்றும் R என்ற இரு தொடக்கத் துடிப்பு உள்ளீடுகள் சுற்றில் சேர்க்கப்படுகின்றன. இத்துடிப்புகளின் மதிப்பு குறைவான 0V அல்லது அதிகமான +5V இருக்கும். S உள்ளீட்டில் அதிக மதிப்பு கொண்ட துடிப்பு கொடுக்கப்பட்டால், T_1 தெவிட்டிய நிலையையும் T_2 செயல்படா நிலையையும் அடையும் இதனால் வெளியீடு Q-ன் மதிப்பு பெருமமாகும். இது நிலைமாறியை '**அமைவு** (setting)' எனப்படும். R-உள்ளீட்டில் அதிக மதிப்பு கொண்ட துடிப்பு ஒன்று கொடுக்கப்பட்டால், T_2 தெவிட்டிய நிலையையும் T_1 செயல்படா நிலையையும் அடைந்து வெளியீடு Q சிறும நிலையான 0V அடையும். இது நிலை மாறியைத் '**திரும்பமைவு** (Resetting)' எனப்படும். இரண்டடிமான முறையின் Q-ன் பெரும மதிப்பு 1(Q=1) என்றும் சிறும மதிப்பு சுழி (Q=0) என்றும் எடுத்துக்

கொள்ளப்படுகிறது. இவ்வகை நிலை மாறிகளில் எதிர்ம Q என்ற வெளியீட்டையும் பெறலாம். எனவே நிலை மாறி ஒன்றில் Q மற்றும் $\overline{Q}$ன் மதிப்புகளை ஒரே நேரத்தில் பெறலாம்.

மெய் அட்டவணை

எண்முறைச் சுற்று பல்வேறு உள்ளீடு சேர்க்கைகளையும், அவைகளுக்கான வெளியீடுகளையும் தரும் அட்டவணையை 'மெய்' அல்லது 'வெளியீடு' அட்டவணை என்பர். அட்டவணை 8.1 R-S நிலைமாறி ஒன்றிற்கான மெய் அட்டவணையைத் தருகின்றது. இரு உள்ளீடுகளிலும் சிறும மதிப்பு (R=0, S=0) இருந்தால் நிலைமாறி அதன் பழைய நிலையிலேயே இருக்கும். இந்நிலையை நிலைமாறியின் 'செயலற்ற நிலை' (inactive state) என்றும் அழைப்பர். R=0, S=1 என்றால் நிலைமாறி அமைவாகிறது, அதாவது Q=1 ஆகும். R=1, S=0 என்றால் நிலைமாறி திரும்பமைவாகிறது, அதாவது Q=0 ஆகும்.

அட்டவணை 8.1

R	S	Q
0	0	மாற்றமில்லை
0	1	1 அமைவு
1	0	0 திரும்பமைவு
1	1	அனுமதியில்லை

போட்டி நிலை

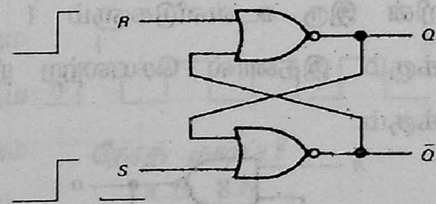
R மற்றும் S இரண்டிற்கும் ஒரே நேரத்தில் துவக்கத் துடிப்பு கொடுப்பது தவிர்க்கப்பட வேண்டிய ஒரு நிலையாகும். இது ஒரு போட்டி நிலை எனப்படும். இந்நிலையில் நிலைமாறியின் வெளியீட்டைக் குறிப்பிட்டுச் சொல்ல முடியாது (unpredictable).

முன்பு குறிப்பிட்டவற்றைப் பின்வருமாறு விளக்கலாம். கட்டுப்படுத்தும் உள்ளீடுகளான R மற்றும் S உள்ளீடுகள் இரண்டும் பெரும மின்னழுத்தம் (R=1, S=1) பெற்றிருந்தால் இரு டிரான்சிஸ்டரும் தெவிட்டிய நிலையை அடையும். R மற்றும் S-ன் மதிப்புகள் சிறும மின்னழுத்த நிலைக்குத் (R=0, S=0) திரும்பும் போது இரு டிரான்சிஸ்டர்களும் தெவிட்டிய நிலையிலிருந்து `மாற முயற்சிக்கும் இரு டிரான்சிஸ்டர்களிடையேயும் எது தெவிட்டிய நிலையிலிருந்து வேகமாக மாறும் என்ற போட்டி உருவாகும். சுற்றில் உள்ள டிரான்சிஸ்டர்கள் ஒத்த பண்புடையவைகளாக இல்லாததாலும், மற்றக் கூறுகளின் பண்புகளினாலும் ஒரு டிரான்சிஸ்டர் மற்றதைவிட வேகமாகச் செயல்படா நிலையை அடையும் T_1 முதலில் செயல்படா நிலையை அடைந்தால் Q=0 என்றும் T_2 முதலில் செயல்படா நிலையை அடைந்தால் Q=1 என்றும் வெளியீடு இருக்கும் இரு டிரான்சிஸ்டர்களில் எது வேகமாகச் செயல்படும் என்று குறிப்பிட்டுச் சொல்ல முடியாததால் வெளியீட்டின் மதிப்பைச் சரியாகச் சொல்ல முடியாது. இந்தக் காரணத்தினால் போட்டிநிலை தவிர்க்கப்பட வேண்டும்.

8.2.2 எதிர்ம அல்லதிணைக் கதவுகளிலிருந்து R-S நிலைமாறி

எதிர்ம அல்லதிணைக் கதவுகளிலிருந்து R-S நிலைமாறி ஒன்றை அமைக்கும் முறை படம் 8.3-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது. ஒவ்வொரு கதவின் வெளியீடும் மற்றதற்கு ஓர் உள்ளீடாக அமைகிறது.

இது சுற்றிற்குத் தேவையான நேர்பின்னூட்டத்தைத் தருகிறது. இதன் காரணமாக இச்சுற்று ஒத்தில்லாச்(asynchronous) சுற்று



படம்.8.3

சில நேரங்களில் இவ்வகை நிலைமாறிகள் நேரடி இணைப்பு (direct coupled) R-S நிலைமாறி அல்லது **R-S பூட்டு** (R-S latch) என்றும்

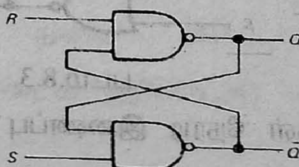
அழைக்கப்படும். அல்லதிணைக் கதவு ஒன்றின் ஏதாவது ஒரு உள்ளீடு 1 ஆக இருந்தால் அதன் வெளியீடு 0 ஆகவும், எல்லா உள்ளீடுகளும் 0 ஆக இருந்தால் வெளியீடு 1 ஆகவும் இருக்கும் என்பதை நினைவில் கொண்டு அல்லதிணைக் கதவு R-S நிலைமாறிச் சுற்றைப் பகுப்பாய்வு செய்ய வேண்டும். S=1, R=0 நிலையில் அல்லதிணைக் கதவு 2-ன் ஓர் உள்ளீடு 1 எனவே, அதன் வெளியீடு $\overline{Q}$=0. இப்போது அல்லதிணைக் கதவு 1-ல் ஒரு உள்ளீடு R=0 மற்றும் $\overline{Q}$=0 எனவே இதன் வெளியீடு Q=1. இது நிலை மாறியின் அமைவு நிலை ஆகும்.

R=1, S=0 என்றால் அல்லதிணைக் கதவு 1-ன் வெளியீடு Q=0, இது கதவு Q-உடன் பின்னூட்டமாக இணைக்கப்பட்டுள்ளது, மற்ற உள்ளீடு S=0. எனவே கதவு 2-ன் வெளியீடு $\overline{Q}$=1. இது நிலைமாறியின் திரும்பமைவு நிலை ஆகும்.

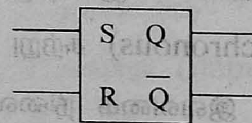
S=1, R=1 என்றால் Q=$\overline{Q}$=0 ஆகும். எனவே இந்நிலை தவிர்க்கப்பட வேண்டிய ஒன்று. S=R=0 என்றால் நிலைமாறி செயலற்ற நிலையில் இருக்கும். அல்லதிணைக் கதவு R-S நிலை மாறியின் மெய் அட்டவணை R-S நிலைமாறி மெய் அட்டவணைக்குச் சமமாகும்.

8.2.3 எதிர்ம உம்மிணைக் கதவுகளிலிருந்து R-S நிலைமாறி

எதிர்ம உம்மிணைக் கதவின் R-S நிலைமாறியின் சுற்றுப் படம் 8.4-ல் கொடுக்கப்பட்டிருக்கிறது. எதிர்ம உம்மிணைக் கதவு ஒன்றின் இரு உள்ளீடுகளும் 1 ஆக இருந்தால் வெளியீடு 0ஆக இருக்கும். இதனால் செயலற்ற நிலையும், போட்டி நிலையும் மாறி இருக்கும்.



படம்.8.4



படம்.8.5

அதாவது R=1, S=1 மதிப்புகளுக்குச் செயலற்ற நிலையும் R=S=0 மதிப்புகளுக்கு போட்டி நிலையும் இருக்கும். அட்டவணை 8.2-ல் எதிர்ம உம்மிணைக் கதவு R-S நிலை மாறிக்கான உள்ளீடு, வெளியீடு அட்டவணை 8.2-யைத் தருகிறது. படம் (8.5) R-S நிலைமாறி ஒன்றின் சுற்றுக் குறியீட்டைத் தருகிறது. இக்குறியீடு எல்லா அமைப்புகளுக்கும் பொதுவானது.

R	S	Q
0	0	போட்டி நிலை
0	1	1 அமைவு
1	0	0 திரும்பமைவு
1	1	அனுமதியில்லை

அட்டவணை 8.2

8.2.4 நேரத் துடிப்புக்குச் செயல்படும் நிலைமாறிகள்

அடிப்படை நிலைமாறியானது ஒரு தொடர் சுற்றாகும். இவ்வகைச் சற்றுக்களில் S அல்லது R மதிப்பு மாறும்போது அதன் வெளியீடு மாறும். ஆனால் அநேக எண்முறைச் சுற்றுக்களில் நிலைமாறிகள் தங்கள் நிலைகளை ஒரே நேரத்தில் மாற்றிக் கொள்ள வேண்டியிருக்கும். இவ்வகைச் செயல்பாட்டிற்கு ‘நேரத்துடிப்புகள்’ (Clock pulses) என்ற சதுர அல்லது செவ்வக வடிவ அலைகள் பயன்படுகின்றன. ஒரு குறிப்பிட்ட நேரம் வரை நிலை மாறிகள் தங்களின் நிலைகளை மாற்றிக் கொள்வதை நேரத் துடிப்புகள் தடுக்கின்றன. நல்ல ஓர் அலையியற்றி ஒன்றிலிருந்து நேரத் தடிப்பு அலைகள் பெறப்படுகின்றன. நேரத் துடிப்பு அலை வடிவங்கள் படம் 8.6-ல் காட்டப்பட்டுள்ளன. நேரத் துடிப்பின் (சுருக்கமாக CLK என்பர்) சிறும மின்னழுத்தம் 0 என்றும் பெரும மின்னழுத்தம் 1 என்றும் இரண்டிமான மதிப்புடையவையாகக்

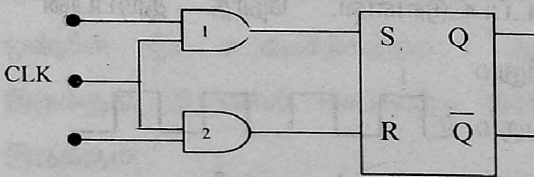
நேரத் துடிப்பி

படம் 8.6

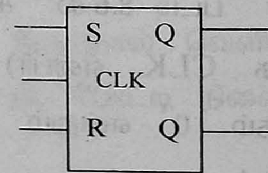
கொள்ளப்படும். CLK மதிப்பு பெருமமாக இருக்கும்போது மட்டும் நிலைமாறித் தன் நிலையை மாற்றிக் கொள்ளுமாறு செய்யலாம். CLK மதிப்பு பெருமமாக இருக்கும்போது மட்டும் நிலைமாறித் தன் நிலையை மாற்றிக் கொள்ளுமாறு செய்யலாம். இவ்வகை நிலைமாறிகள் "நேர்குறி நேரத் துடிப்பு" (positive clocking) செயல்பாடுடையவை எனப்படும். CLK-க்கும் நிலைமாறிக்கும் இடையே ஓர் எத ிர்மக் கதவு இணைக்கப்பட்டால் CLK-ன் 0 மதிப்பிற்கு நிலைமாறித் தன் நிலையை மாற்றிக் கொள்ளும். இவ்வகை நிலைமாறிகள் "எதிர்க் குறி நேரத் துடிப்பு" (negative clocking) செயல்பாடுடையவை எனப்படும். இந்த இருவகைச் செயல்பாடுகளிலும் நேரத் துடிப்புகளின் மின்னழுத்த மட்டங்களைப் (level clocking) பொருத்து நிலைமாறிகள் தங்களின் நிலைகளை மாற்றிக் கொள்கின்றன.

8.3 நேரத் துடிப்புக்குச் செயல்படும் R-S நிலைமாறி (Clocked R-S flip-flop)

நேரத் துடிப்புக்குச் செயல்படும் (clocked R-S flip-flop) நிலைமாறியில் அடிப்படை நிலைமாறியின் உள்ளீட்டில் இரு உம்மிணைக் கதவுகள் இணைக்கப்பட்டுள்ளதைப் படம் 8.7(a)-ல் காணலாம். இரு கதவுகளுக்கும் பொதுவான உள்ளீடாக CLK உள்ளீடு இணைக்கப்பட்டிருக்கிறது.



படம்.8.7(a)



படம்.8.7(b)

உம்மிணைக் கதவுகளில் ஏதாவது ஓர் உள்ளீடு சுழியாக இருந்தாலும் வெளியீடு சுழியாக இருக்கும் என்பதை நினைவில்

கொண்டால், நேரத் துடிப்புகளின் நிலை 0 ஆக இருக்கும் வரை உள்ளீடுகள் S மற்றும் R-ன் மதிப்பு எதுவாக இருந்தாலும் உம்மிணைக் கதவுகளின் வெளியீடும் சுழியாக இருப்பது தெளிவாகும். CLK மதிப்பு 1 நிலையை அடையும்போது S மற்றும் R உள்ளீடு விவரங்கள் அடிப்படை நிலைமாறியை அடைய அனுமதிக்கப்படுகின்றன. CLK=1 நிலையில் S=1, R=0 என்றால் உம்மிணைக் கதவு 1-ன் வெளியீடு 1 ஆகும். இதனால் நிலைமாறி அமைவாகிறது. CLK=1 நிலையில் S=0, R=1 என்றால் உம்மிணைக் கதவு 2-ன் வெளியீடு 1 ஆகும். நிலைமாறி திரும்பமைவாகிறது. CLK=1 நிலையில் S=1, R=1 உள்ளீடுகள் போட்டி நிலைக்கான நிபந்தனை, எனவே தவிர்க்கப்பட வேண்டியது அவசியம். படம் 8.7b-ல் நேரத் துடிப்புக்குச் செயல்படும் R-S நிலைமாறியின் சுற்றுக் குறியீடாகும் அட்டவணை 8.3 இவ்வகை நிலைமாறி ஒன்றிற்கான வெளியீடு அட்டவணையாகும்.

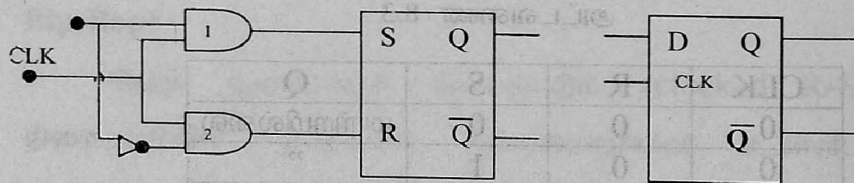
அட்டவணை 8.3

CLK	R	S	Q
0	0	0	மாற்றமில்லை
0	0	1	”
0	1	0	”
0	1	1	”
1	0	0	”
1	0	1	1
1	1	0	0
1	1	1	போட்டி

8.3.1 நேரத் துடிப்புக்குச் செயல்படும் D நிலைமாறி (Clocked D flip-flop)

நேரத் துடிப்புக்குச் செயல்படும் D நிலைமாறி (Clocked D flip-flop) ஒன்றின் சுற்றுப்படம் படம் 8.8-ல் காட்டப்பட்டிருக்கிறது. இரண்டு உள்ளீடுகள் கொண்ட R-S நிலைமாறிப் போன்றில்லாமல்

D நிலைமாறிக்கு ஒரே ஒரு உள்ளீடு மட்டுமே போதுமானது. R-S நிலைமாறியில், S-ன் மதிப்பு பெருமமானால் வெளியீட்டில் பெரும மதிப்பு சேமிக்கப்படுகிறது R-ன் மதிப்பு சிறுமமானால் வெளியீட்டில் சிறும மதிப்பு சேமிக்கப்படுகிறது. இரண்டு உள்ளீடுகள் இருந்தால் R=1, S=1 மதிப்புகளுக்கு நிலைமாறி போட்டி நிலையை அடைவதற்கான வாய்ப்புகள் உருவாகலாம். இந்த வாய்ப்புகள் D நிலைமாறியில் தவிர்க்கப்படுகின்றன. D நிலைமாறிக்கு உள்ளீடாகக் கொடுக்கப்படும் D-ன் மதிப்பு ஒரு உம்மிணைக் கதவிற்கு நேரடியாகவும், மற்றதற்கு எதிர்மக் கதவு வழியாகவும் கொடுக்கப்படுகிறது. இதனால், இரு உள்ளீடுகளும் பெரும நிலையை அடைய முடியாது. நேரத் துடிப்பு சிறும நிலையில் இருக்கும்போது இரண்டு உம்மிணைக் கதவுகளின் வெளியீடும் சுழியாக இருக்கும். இந்நிலையில் D-யில் ஏற்படும் மாற்றங்கள் வெளியீட்டைப் பாதிப்பதில்லை.



படம்.8.8(a) படம்.8.8(b)

அட்டவணை.8.4

CLK	D	Q
0	X	மாறாநிலை
1	0	0
1	1	1

நேரத் துடிப்பு பெருமமாகும் போது உள்ளீடு D மதிப்பு பெருமமாக இருந்தால் நிலைமாறி அமைவாகும். D மதிப்பு சிறுமமாக இருந்தால் நிலைமாறித் திரும்பமைவாகும் இரு

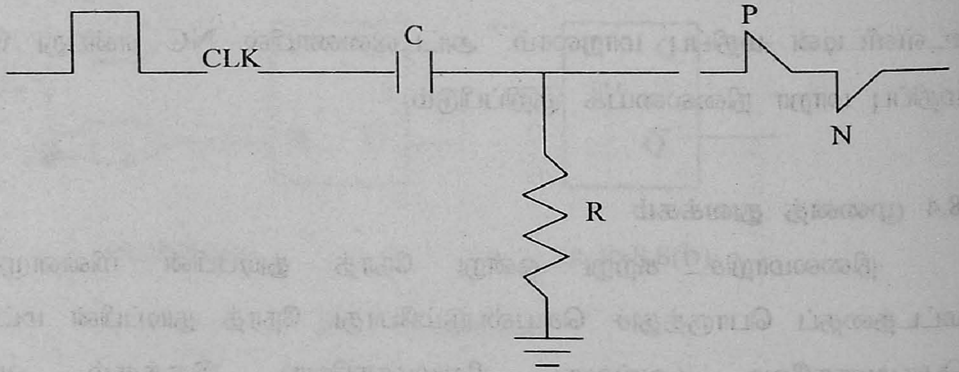
நிலைகளிலும் நேரத் துடிப்பு சிறும நிலையை அடையும்போது வெளியீடு Q-ல் உள்ளீடு D-ன் மதிப்பு சேமிக்கப்படுகிறது.

D-உள்ளீடு நேரடியாக S-ன் மதிப்பையும், எதிர்ம D ($\overline{D}$) உள்ளீடு R-ன் மதிப்பையும் கட்டுப்படுத்துவதால் போட்டி நிலை முழுவதுமாகத் தவிர்க்கப்படுகிறது. நேரத் துடிப்பு பெருமமாகும்போது Q=D ஆக இருப்பது நிலைமாறியின் செயல்பாட்டிலிருந்து தெளிவாகிறது. அட்டவணை 8.4 D-நிலைமாறி ஒன்றிற்கான வெளியீடு அட்டவணையைத் தருகின்றன. அட்டவணையில் X என்து 'மதிப்பைக் குறிப்பிட்டுச் சொல்லத் தேவையற்ற' (don't care) நிலையைக் குறிப்பிடுகிறது. அதாவது CLK=1 என்றால் உள்ளீடு மதிப்புகள் நிலைமாறிக்குக் கொடுக்கப்பட்டு வெளியீட்டில் கிடைக்கின்றன. நேரத் துடிப்பின் மதிப்பு குறையும்போது (CLK=0) வெளியீடு மதிப்புகள் மாறுவதில்லை. நேரத் துடிப்பின் மதிப்பு குறைவாக (CLK=0) இருக்கும் வரை வெளியீட்டைப் பாதிக்காமல் உள்ளீட்டின் மதிப்பு மாறலாம். அட்டவணையில் NC என்பது Q-ன் மதிப்பு மாறா நிலையைக் குறிப்பிடும்.

8.4 முனைத் துவக்கம்

நிலைமாறிச் சுற்று ஒன்று நேரத் துடிப்பின் மின்னழுத்த மட்டத்தைப் பொருத்துச் செயல்படும்போது, நேரத் துடிப்பின் மட்டம் பெருமமாகவோ (அல்லது சிறுமமாகவோ) இருக்கும் வரை நிலைமாறியின் வெளியீடு எத்தனை முறை வேண்டுமானாலும் மாறலாம். நிலைமாறியின் இந்தச் செயல்பாட்டினால் நேரத் துடிப்பின் நிலை மாறும்போது வெளியீடு மதிப்பைச் சரியாகக் குறிப்பிட்டுச் சொல்ல முடியாது. நிலைமாறியின் நிச்சயமற்ற வெளியீடு நிலையைத் தவிர்க்க, நேரத் துடிப்பின் ஒரு குறிப்பிட்ட நேர இடைவெளியில் மட்டுமே நிலைமாறித் தன் நிலையை மாற்றிக் கொள்ளுமாறு செய்ய வேண்டும். நேரத் துடிப்பின் மின்னழுத்தம்

அதிகரிக்கும்போது அல்லது குறையும்போது மட்டுமே நிலைமாறி தன் நிலையை மாற்றிக் கொள்ளுமாறு செய்து, மின்னழுத்தம் மாறாமலிருக்கும் போது நிலைமாறித் தன் நிலையை மாற்றாமலிருக்குமாறு செய்ய வேண்டும். இவ்வகைத் துவக்கத்தை **முனைத் துவக்கம் (edge triggering)** என்பர். முனைத் துவக்கம் பெற நேரத் துடிப்புகள் படம் 8.9-ல் காட்டியுள்ள RC சுற்று ஒன்றிற்கு உள்ளீடாகக் கொடுக்கப்பட வேண்டும். நேரத் துடிப்பின் அகலத்தைவிடக் குறைவான அளவு "நேர மாறிலி" (time constant) இருக்குமாறு C மற்றும் R-ன் மதிப்புகள் தேர்வு செய்யப்படுகின்றன. இந்நிலையில் RC சுற்று ஒரு வகைப்படுத்தும் சுற்றாகச் செயல்படும். நேரத் துடிப்பு பெருமமாகும்போது மிகக் குறுகிய நேரத்தில் மின்தேக்கி C மின்னூட்டம் பெறுகிறது. இந்த மின்னூட்டம் ஒரு குறுகிய நேர் மின்னோட்டக் கூர்முனை (spike) ஒன்றை மின்தடையின் குறுக்கே உருவாக்குகிறது.



படம்.8.9

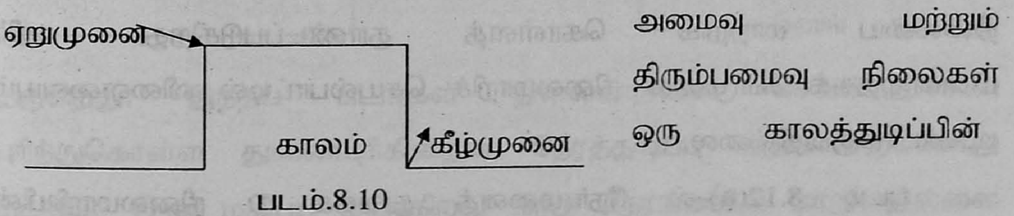
நேரத் துடிப்பு மின்னழுத்தம் மாறாமல் இருக்கும்போது மின்தடை R-ன் குறுக்கே சுழி வெளியீடு கிடைக்கும். நேரத் துடிப்பின் மதிப்பு குறையும்போது எதிர் மின்னோட்டக் கூர்முனை ஒன்று உருவாகிறது. இந்த கூர்முனை மின்னழுத்தங்கள் நிலைமாறிக்குக் கொடுக்கப்பட்டால் கூர்முனையின் மிகக் குறுகிய கால இடைவெளியின்போது மட்டுமே நிலைமாறி தன்நிலையை

மாற்றிக் கொள்ளும். இவ்வகைச் செயல்பாடு 'முனைத் துவக்கம்' (edge triggering) எனப்படும். நிலைமாறி நேர் மின்னழுத்தக் கூர்முனையின்போது மட்டும் செயல்பட்டால் இதை 'நேர் முனைத் துவக்கம்' (positive edge triggering) என்பர். எதிர் மின்னழுத்தக் கூர் முனையின்போது மட்டுமே செயல்பட்டால் இதை 'எதிர் முனைத் துவக்கம்' (negative edge triggering) என்பர். இவை படம் 8.10-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

துடிப்பு துவக்க நிறைமாறியிலுள்ள தீமையானது முனைத்துவக்க நிறைமாறியில் நிவர்த்தி செய்யப்படுகிறது. இதில் உள்ளீடு தகவலானது வெளியீட்டுக் காலத்துடிப்பின் உயர்வு அல்லது தாழ்வு (எதிர்) முனையில் மாற்றமாகிறது.

8.4.1 நேர்முனைத் துவக்கம் (Positive edge Triggering)

கொடுக்கப்படும் உள்ளீடு சைகைகளைப் பொறுத்து, காலத்துடிப்பின் ஏறுமுனையில் நிலைமாறியின் நேர்முனை துவக்கமானது அமைவு நிலைக்கோ அல்லது திரும்பமைவு நிலைக்கோ செல்லும். அமைவு மற்றும் திரும்பமைவு நிலைகள் ஒரு காலத்துடிப்பின்

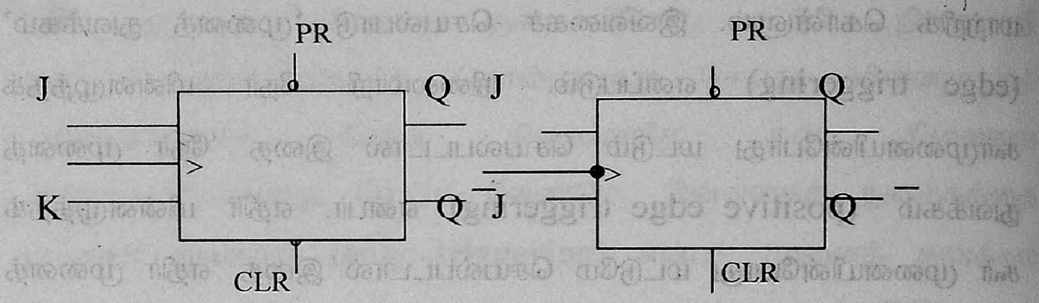


படம்.8.10

நேரம் முழுவதும் நிலைத்திருக்கும். அம்புக் குறியானது நேர்தொடக்கத்தினைக் குறிக்கிறது. இதன் அமைப்பு படம் 8.10-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

8.4.2 எதிர்முனைத்துவக்கம் (Negative edge triggering)

காலத்துடிப்பின் கீழ்முனையில் எதிர்முனை துவக்க நிலைமாறியானது அமைவு நிலைக்கோ அல்லது திரும்பமைவு நிலைக்கோ செல்லும்.



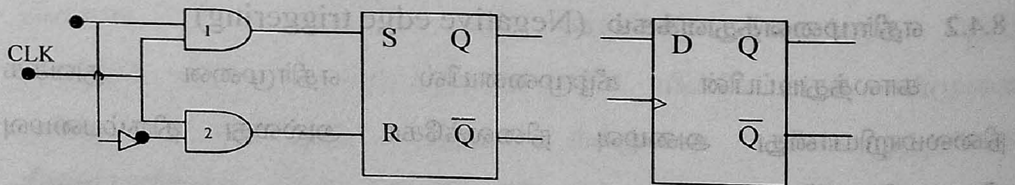
படம்.8.11(a) படம்.8.11(b)

இதன் குறியீடானது படங்கள் 8.11(a) மற்றும் 8.11(b)-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

8.5 முனைத் தொடக்க D நிலைமாறி (Edge triggered D flip-flip)

நேர்முனைத் துவக்க D நிலைமாறி ஒன்றின் (Edge triggered D flip-flip) சுற்றுப்படம் படம் 8.12(a)-ல் கொடுக்கப்பட்டிருக்கிறது. உள்ளீடு நேரத் துடிப்பை RC சுற்று வகைப்படுத்திக் கூர்முனைகளை உருவாக்குகிறது. நேர் மின்னழுத்தக் கூர்முனையின்போது இரண்டு உம்மிணைக் கதவுகளும் செயல்படத் தயாரான நிலையில் இருக்கும். இந்த நிலையில் உள்ளீட்டில் D மற்றும் D மதிப்பு உள்ளீடாக இருந்தால் நிலைமாறி அதன் நிலையை மாற்றிக் கொள்ளத் தூண்டப்படுகிறது. எதிர் மின்னழுத்தக் கூர்முனை நிலைமாறிச் செயல்பாட்டில் விளைவையும் உண்டாக்குவதில்லை.

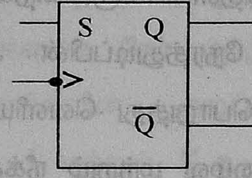
படம் 8.12(a)-ல் நேர்முனைத் துவக்க D நிலைமாறியின் சுற்றுப் படக் குறியீட்டைத் தருகிறது. இதில் உள்ள சிறிய முக்கோணம் நிலை மாறியானது முனைத் துவக்கச் செயல்பாடுடையது என்பதைக் குறிப்பிடுகின்றது.



படம்.8.12(a) படம்.8.12(b)

அட்டவணை.8.5

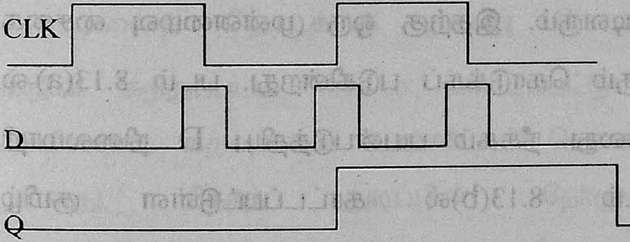
CLK	D	Q
0	X	NC
1	X	NC
↓	X	NC
↑	0	0
↑	1	1



படம்.8.12(c)

நேரத் துடிப்பு உள்ளீட்டிற்கு எதிர்ம கதவு ஒன்று சேர்க்கப்பட்டால் நிலைமாறி எதிர் முனைத் தொடக்கம் D கொண்டதாகச் செயல்படும் எதிர்முனைத் துவக்க D நிலைமாறியின் சுற்றுப்படம், படம் 8.12(c)-ல் கொடுக்கப்பட்டிருக்கிறது. இதில் CLK உள்ளீட்டில் உள்ள சிறு குமிழ் நிலைமாறி எதிர் முனைத் தொடக்கம் கொண்டது என்பதைக் குறிப்பிடும்.

படம்.8.12(d)

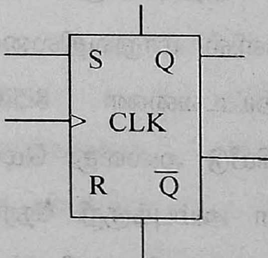


படம் 8.12(d)-னது நேர் முனைத் துவக்க D நிலை மாறி ஒன்றின் அலை வடிவங் களைக் தருகிறது. இந்தப் படங்கள் நிலைமாறியின் செயல்பாட்டைப் புரிந்துகொள்ள துணைபுரிகின்றன. நேரத்துடிப்பு அதிகரிக்கும்போது மட்டுமே Q-ன் மதிப்பு மாறுகிறது மற்ற நேரங்களில் மாறுவதில்லை என்பது படத்திலிருந்து தெளிவாகிறது. அட்டவணை 8.5-ல் நேர்முனைத் துவக்க D நிலைமாறிக்கான வெளியீடு அல்லது மெய் அட்டவணையைத் தருகிறது. மேல் நோக்கியுள்ள அம்புக்குறி நேரத் துடிப்பின் அதிகரிக்கும் முனையை அடி கீழ் நோக்கியுள்ள அம்புக்குறி நேரத் துடிப்பின் குறையும் முனையையும் குறிப்பிடும். நேரத் துடிப்பின் சிறும, பெரும மதிப்புகளுக்கும் மற்றும் குறையும் முனைக்கும் (falling edge) வெளியீட்டில் மாற்றம் ஏதும் இருப்பதில்லை (NC) என்பதை அட்டவணையின் முதல் மூன்று

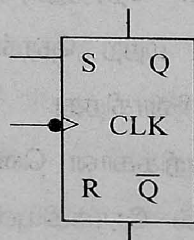
வரிகள் தெளிவாக்குகின்றன. அட்டவணையின் கடைசி இரு வரிகளில், நேரத்துடிப்பின் அதிகரிக்கும் முனையின்போது, Dயின் மதிப்பைப் பொறுத்து வெளியீடு மாறுவது காட்டப்பட்டுள்ளது.

8.6 திரும்பமைவு மற்றும் நீக்கம் (Reset and Clear)

மிக அதிக எண்ணிக்கையில் நிலைமாறிகளைப் பயன்படுத்தும்போது எல்லாவற்றிற்கும் ஒரே மின்னழுத்த மூலத்தைப் பயன்படுத்தினால், அவை முறையற்ற வகையில் பல்வேறு நிலைகளுக்கு வரக்கூடும். இதனால் ஏற்படும் முறையற்ற வெளியீடு களைத் தவிர்க்க ஒரு **நீக்கம் (Clear)** அல்லது திரும்பமைவு **(Reset)** நிலைமாறிகளுக்கும் அனுப்பப்படுகிறது. இது எல்லா நிலை மாறிகளையும் முன்னமைப்பு செய்து விடுகிறது. சில நேரங்களில் எல்லா நிலைமாறிகளையும் செயலாற்றச் செய்வதற்கு **முன்னமைவு (Preset)** செய்ய வேண்டிவரும். இதற்கு ஒரு முன்னமைவு சைகை எல்லா நிலைமாறிகளுக்கும் கொடுக்கப் படுகின்றது. படம் 8.13(a)-ல் உயர் முன்னமைவு அல்லது நீக்கம் பயன்படுத்திய D நிலைமாறி காட்டப்பட்டுள்ளது. படம் 8.13(b)ல் காட்டப்பட்டுள்ள குமிழ் குறைவான முன்னமைவு அல்லது குறைவான நீக்கம் பயன்படுத்தியுள்ளதைக் காட்டுகின்றது. இந்த உள்ளீடுகள் ஒரே நேர செயலாற்றாத உள்ளீடுகள் எனப்படும். ஏனெனில் இவை நேரத் துடிப்பைச் சார்ந்திராமல் நிலைமாறிகளை இயக்கக் கூடியவை.



படம்.8.13(a)

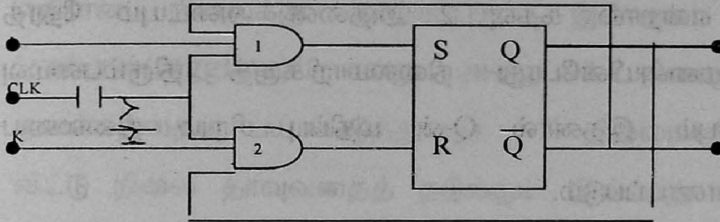


படம்.8.13(b)

8.7 J-K நிலைமாறி (J-K flip-flop)

R-S நிலைமாறியைவிடச் சிறந்த முறையில் செயலாற்றுவது J-K நிலைமாறியாகும் (J-K flip-flop). R-S நிலைமாறியின் தவிர்க்கப்பட வேண்டிய நிலையான போட்டி நிலையானது J-K

நிலைமாறியில் தவிர்க்கப்படுகின்றது. நேரத் துடிப்புகளின் அதிகரிக்கும் அல்லது குறையும் முனைகளான நேர் மற்றும் எதிர் முனைகளை எண்ணக் கூடிய எண்ணிகளின் அடிப்படையாக அமைவது இந்த J-K நிலைமாறிகளாகும். J மற்றும் K உள்ளீடுகள் நிலைமாறியை அமைவு மற்றும் திரும்பமைவு செய்யும் S மற்றும் R உள்ளீடுகளைப் போன்றவையாகும்.



படம்.8.14

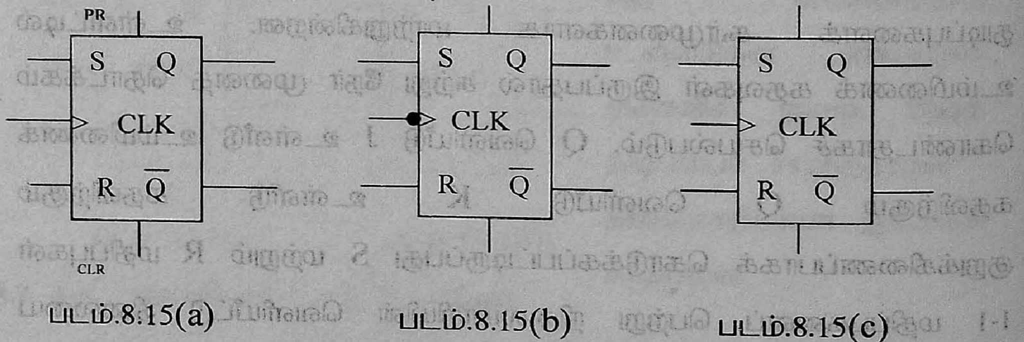
முனைத் தொடக்கத் துடிப்பு கொண்ட J-K நிலைமாறி ஒன்றின் சுற்றுப்படம் 8.14-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது. இதில் இரண்டு உம்மிணைக் கதவுகளை உள்ளீட்டில் கொண்டுள்ள ஒரு நிலைமாறி உள்ளது. நேரத் துடிப்பின் நேர்முனை நிலைமாறியை அடையும்போது நிலைமாறி என்ன செய்ய வேண்டுமென்பதை J மற்றும் K உள்ளீடுகள் நிர்ணயிப்பதால் இந்த உள்ளீடுகளைக் "கட்டுப்படுத்தும் உள்ளீடுகள்" என்பர். RC சுற்று நேரத் துடிப்புகளைக் கூர்முனைகளாக மாற்றுகின்றன. உள்ளீட்டில் உம்மிணைக் கதவுகள் இருப்பதால் சுற்று நேர் முனைத் தொடக்கம் கொண்டதாகச் செயல்படும். Q வெளியீடு J உள்ளீடு உம்மிணைக் கதவிற்கும் Q̄ வெளியீடு K உள்ளீடு கதவிற்கும் குறுக்கிணைப்பாகக் கொடுக்கப்பட்டிருப்பது S மற்றும் R மதிப்புகள் 1-1 மதிப்புகளைப் பெற்று நிலைமாறியின் வெளியீட்டு நிலையை மாற்ற ஏதுவாகிறது.

J=0, K=0 என்ற நிலையில் உம்மிணைக் கதவுகள் இரண்டும் செயல்படா நிலையை அடைகின்றன. அதாவது இரண்டு கதவுகளின்

வெளியீடும் சுழி நிலையில் இருக்கும். இதனால் நிலைமாறியின் வெளியீட்டில் மாற்றம் ஏதும் இருக்காது.

J=0 மற்றும் K=1 என்ற உள்ளீட்டிற்கு உம்மிணைக் கதவு 1-ன் வெளியீடு சுழியாக இருக்கும். இந்நிலையில் நிலைமாறியை அமைவு செய்ய எந்த வித வாய்ப்பும் இல்லை. ஆனால் K=1, எனவே Q-ன் மதிப்பைப் பொறுத்து நிலைமாறியை திரும்பமைவு செய்யலாம். Q=1 என்றால் கதவு 2 அதனை அடையும் நேரத் துடிப்பின் நேர் முனையின்போது நிலைமாறிக்குத் திரும்பமைவு சைகையை அனுப்பும். இதனால் Q-ன் மதிப்பு சிறும நிலையை (Q=0) அடையத்தூண்டப்படும்.

J=1 மற்றும் K=0 என்றால் உம்மிணைக் கதவு 2-ன் வெளியீடு சுழியாக இருக்கும். இந்நிலையில் நிலைமாறியைத் திரும்பமைவு செய்ய எந்தவித வாய்ப்பும் இல்லை. J=1 மதிப்பு கதவு-1ல் இருப்பதால் அதனுடன் குறுக்கிணைக்கப்பட்டிருக்கும் $\overline{Q}$-ன் மதிப்பைப் பொருத்து நிலைமாறியை அமைவு செய்யலாம். $\overline{Q}$=1 என்றால் நேரத்துடிப்பின் நேர்முனையின் போது உம்மிணைக் கதவு 2-லிருந்து அமைவு சைகை நிலைமாறியை அடையும். இதனால் Q-ன் மதிப்பு பெரும நிலையையும் ($\overline{Q}$=1), $\overline{Q}$-மதிப்பு சிறும நிலையையும் ($\overline{Q}$=0) அடையும்.



படம்.8.15(a) படம்.8.15(b) படம்.8.15(c)

J=1 மற்றும் K=1 என்றால் நிலைமாறியை அமைவு அல்லது திரும்பமைவு செய்ய முடியும். Q=1 என்றால் உம்மிணைக் கதவு 2

அடுத்த நேரத் துடிப்பின் நேர் முனையின் போது ஒரு திரும்பமைவு தொடக்கத் துடிப்பை நிலைமாற்றிக்கு உள்ளீடாகத் தரும் Q-விற்குப் பதிலாக $\overline{Q}=1$ என்றால் அடுத்துவரும் நேரத்துடிப்பின் நேர் முனையின்போது அமைவு தொடக்கத் துடிப்பை நிலைமாற்றிக்கு உள்ளீடாகத் தரும் மேற்குறிப்பிட்ட எந்த ஒரு நிலையிலும் நிலைமாற்றியின் வெளியீட்டு நிலை, அப்போதுள்ள நிலைக்கு எதிரான நிலைக்கு மாற்றப்படும். இவ்வகை நிலைமாற்றத்தைத் 'தாவுதல்(toggling)' என்று அழைப்பர். நிலைமாற்றிக்கு முனைத் துவக்கத்தைப் பயன்படுத்துவது J-K நிலைமாறி பன்முறை நிலை விட்டு நிலை தாவுவதைத் தடுக்கும். இவ்வாறு படம் 8.13(e)-ல் J-K நிலைமாறியில் R-S நிலைமாறியில் உள்ள போட்டி நிலையானது தவிர்க்கப்படுகிறது. அட்டவணை 8.6-ல் J-K நிலைமாறிக்கான வெளியீடு அட்டவணையைத் தருகின்றது. படம் 8.14-ல் J-K நிலைமாறிக்கான சுற்றுக் குறியீடுகள் கொடுக்கப்பட்டிருக்கின்றன.

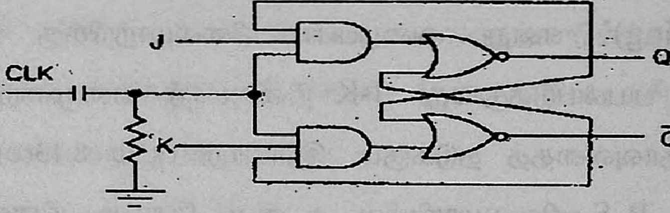
அட்டவண்ணை.8.6

CLK	J	K	Q
0	X	X	NC
1	X	X	NC
↓	X	X	NC
X	0	0	NC
↑	0	1	0
↑	1	0	1
↑	1	1	இயக்கமாற்றம்

நேர் முனைத் துவக்கமும் பெரும PR மற்றும் பெரும CLR சைகைகளும் தேவைப்படும். J-K நிலைமாறியின் சுற்றுப் படம் 8.15(a)-ஐத் தருகின்றது. படம் 8.15(b)-யில் சிறும R மற்றும் சிறும CLR சைகைகள் கொண்ட எதிர் முனைத் தொடக்கமுடைய J-K நிலைமாறியின் சுற்றுக் குறியீடு கொடுக்கப்பட்டிருக்கிறது. அடிப்படை J-K நிலைமாறியின் சுற்றுக் குறியீட்டைப் படம் 8.15(c)-ஐத் தருகிறது.

8.8 எதிர்ம அல்லதிணைக்கதவிலிருந்து J-K நிலைமாறி

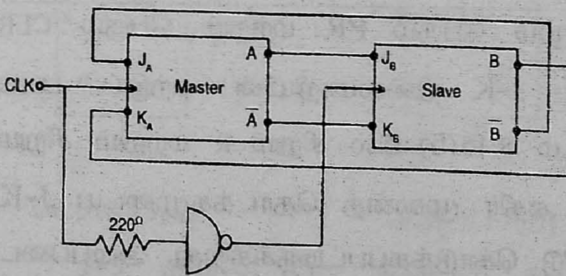
எதிர்ம அல்லதிணைக் கதவுகளைப் பயன்படுத்தி அமைக்கப்படும் J-K நிலைமாறி ஒன்றின் சுற்றுப்படம் 8.16-ஐத் தருகிறது. முனைத் தொடக்கச் சுற்றும் இதனுடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கிறது. எதிர்ம உம்மிணைக் கதவுகளை இதே போன்று பயன்படுத்தி J-K நிலைமாறிச் சுற்று ஒன்றைப் பெறலாம்.



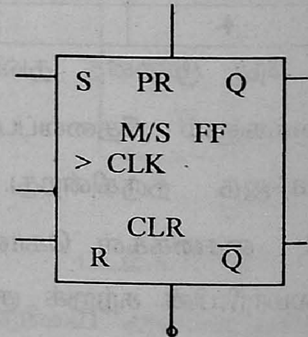
படம்.8.16

8.9 செயலிடு – செயல்பாடு நிலைமாறி (Master – Slave flip-flop)

இரண்டு தனித்த நிலைமாறிகளிலிருந்து ஒரு செயலிடு – செயல்பாடு நிலைமாறி (Master – Slave flip-flop) அமைக்கப்படுகிறது. ஒரு நிலைமாறிச் செயலிடுவாகவும் மற்றது செயலிடாவாகவும் செயல்படுகின்றன. இதில் 8 எதிர்ம உம்மிணைக் கதவுகள் பயன்படுத்தப்பட்டிருக்கின்றன. 1,2,3 மற்றும் 4 எண் கொண்ட கதவுகள் செயலிடு நிலைமாறியாகச் செயல்படுகின்றன. 5,6,7 மற்றும் 8 எண் கொண்ட கதவுகள் செயல்பாடு நிலைமாறியாகவும் செயல்படுகின்றன.



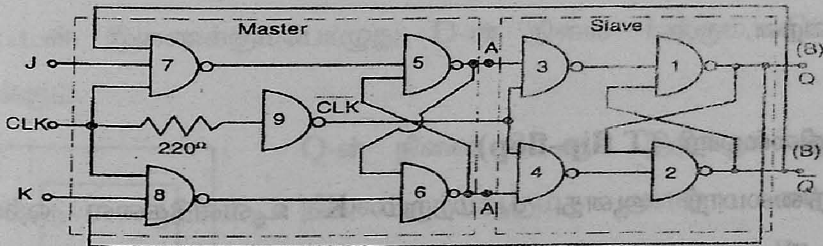
படம் 8.17



படம் 8.18

படம் 8.17 மற்றும் படம் 8.19 –ல் செயலிடு – செயல்பாடு நிலைமாறிக்கான சுருக்கப்பட்ட சுற்றுப்படமும் படம் 8.18-ல் இதற்கான சுற்றுப்படக் குறியீடும் கொடுக்கப்பட்டிருக்கின்றன. நேரத் துடிப்பு ஒன்றின் நேர்முனையின் போது செயலிடு நிலைமாறிச் செயல்படுகின்றது் எதிர் முனையின்போது செயல்பாடு நிலைமாறிச் செயல்படுகின்றது. எனவே செயலிடு நிலைமாறி முதலிலும் செயல்பாடு நிலைமாறி இரண்டாவதாகவும் செயல்படும். ஏனெனில் செயலிடு நிலைமாறிக்கு நேரத் துடிப்புகள் நேரடியாகவும், செயல்பாடு நிலைமாறிக்க ஓர் எதிர்ம கதவு வழியாகவும் இணைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. நேரத் துடிப்பின் நேர் முனைகளுக்கு செயலிடு நிலைமாறிக்குக் கொடுக்கப்பட்டிருக்கும் J-K உள்ளீடுகளின் நிலையைப் பொருத்து 'செயலிடு நிலைமாறி' தன் நிலையை மாற்றிக் கொள்ளும்.

இதே நேரத்தில் செயல்பாடு நிலைமாறிக்கு CLK உள்ளீடு எதிர்ம கதவு வழியாகக் கொடுக்கப் பட்டிருப்பதால் அது செயல்படா நிலையில் இருக்கும். நேரத் துடிப்பின் எதிர் மின்னழுத்த முனையின் போது 'செயலிடு நிலைமாறி' செயல்படா நிலையில் இருக்கும், ஆனால் இதன் வெளியீடு இப்போது செயல்பாடு நிலைமாறிக்கு மாற்றப்பட்டிருக்கும்.



படம்.8.19

J=1 மற்றும் K=0 என்ற உள்ளீடு மதிப்புகளுக்கு நேரத் துடிப்பின் நேர் முனையின்போது செயலிடு நிலைமாறி அமைவாகும்.

அதாவது வெளியீடு Y பெரும மதிப்பைப் பெரும் (Y=1). செயலிடு நிலைமாறியின் இந்தப் பெரும Y வெளியீடு செயல்பாடு நிலைமாறிக்கு S-உள்ளீடாக அமைகிறது. எனவே நேரத் துடிப்பின் எதிர் முனை செயல்பாடு நிலைமாறியை அடையும்போது அதுவும் அமைவாகிறது. செயல்பாடு நிலைமாறி செயலியின் செயலைப் பின்பற்றுவது தெளிவாகிறது.

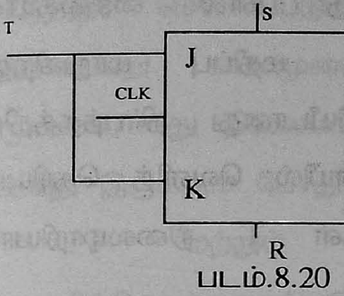
J=0 மற்றும் K=1 என்ற உள்ளீடு மதிப்புகளுக்கு நேரத் துடிப்பின் நேர்முனைக்குச் செயலிடு நிலைமாறி திரும்பமைவாகிறது. செயலியின் இந்த Y வெளியீடு செயல்பாட்டின் R உள்ளீடாக அமைகிறது. நேரத்துடிப்பின் எதிர்முனைக்கு செயல்படா நிலைமாறி திரும்பமைவாகி மீண்டும் செயலியின் செயலைப் பின்பற்றுகிறது.

J=1 மற்றும் K=1 மதிப்புகளுக்கு நேரத் துடிப்பின் நேர் முனைக்கு செயலியின் தாவும் நிலையால் தன்னுடைய நிலையை மாற்றிக் கொள்ளும். நேரத் துடிப்பின் எதிர்முனைக்கு செயல்பாடு நிலைமாறி அடிமையும் செயலியின் செயலைப் பின்பற்ற தன் நிலையை மாற்றிக் கொள்ளும். அதாவது செயலியின் எந்த ஒரு செயலையும் செயல்படா பின்பற்றுவது தெளிவாகிறது. செயல் பாட்டின் வெளியீட்டிலிருந்து செயலீட்டின் உள்ளீட்டிற்குப் பின்னூட்ட இணைப்புகள் கொடுக்கப்பட்டிருப்பது . போட்டி நிலையைத் தவிர்க்கவும், கட்டுப்பாடற்ற செயல்பாட்டைத் தவிர்க்கவும் உதவுகின்றன.

8.10 T நிலைமாறி (T flip-flop)

T-நிலைமாறி ஆனது J மற்றும் K உள்ளீடுகளை ஒற்றை உள்ளீடு T உள்ளீடு மூலம் இணைக்கப்பட்டுள்ளது.

T நிலைமாறி இறுக்க மின் விசை மாற்றுக் குமிழ் என்று அழைக்கப்படுகிறது. J மற்றும் K உள்ளீடுகளை ஒற்றை உள்ளீடான T உள்ளீடு மூலம் இணைத்து T நிலைமாறி அமைக்கப்பட்டுள்ளது.



படம்.8.20

அட்டவணை 8.6

CLK	T	Q	$\overline{Q}$
0	X	மாற்றமில்லை	
1	0	மாற்றமில்லை	
1	1	தாவுதல்	

விளக்கம்: அட்டவணை 8.6-ன் மூலம்

i. கால உள்ளீடு 0 எனில் T உள்ளீடு எதுவாக இருந்தாலும் சுற்றில் எவ்வித மாற்றமும் இருக்காது. (i.e. No change)

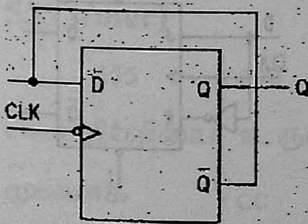
ii. கால உள்ளீடு 1ஆக இருக்கும் போது, T=0 எனில் சுற்றில் எவ்வித மாற்றமும் இருக்காது.

iii. கால உள்ளீடு 1ஆக இருக்கும் போது T=1 எனில் நிலைமாறிலி தாவுதல் (toggle) நிலைக்குத் தள்ளப்படும் என்று விளக்கப்படுகிறது.

8.11 நிலைமாறிகளின் மாற்று (Conversion of flipflops)

8.11.1 D நிலைமாறியிலிருந்து T நிலைமாறிக்கு மாற்றுதல்

D நிலைமாறியின் $\overline{Q}$ வெளியீட்டினை D-ன் உள்ளீட்டிற்குக் கொடுக்க T(மாற்றம்) நிலைமாறி உருவாக்கப்படுகிறது. $\overline{Q}$ -ஆனது D-உடன் இணைக்கும்பொழுது D-ன் நிலை 1ஆகும். Q=1 ஆக இருக்கும்.



படம்.8.21

Q-ன் நிலை 0 ஆக இருக்கும்போது Dன் நிலை1 ஆகும். கால சைகையின் நேர்முனை உருவாகும்போது D ஆனது Qக்கு மாற்றிக்கொள்ளும். தகவல் D-யிலிருந்து Q-க்கு மாற்றம் செய்யும்

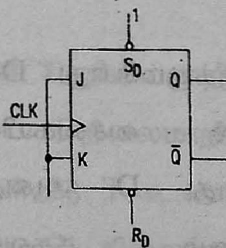
போது கால சைகையின் நேர்முனையில் தகவல் பெறப்படும்.

தகவல் D-ல் Q-ன் நிலையானது கால சைகையின் நிர்பந்தத்தின் காரணமாக வெளியீட்டின் மதிப்பு மாறுகிறது. இவ்வாறாக ஒவ்வொரு முறையும் வெளியீடானது நிர்பந்தத்தின் காரணமாகக் கால சைகையின் நேர்முனையில் வெளித் தெரியும். மேலும், D நிலைமாறியின் இணைப்புகள் T நிலைமாறியாக மாற்றுவதை படம் 8.21 காணலாம்.

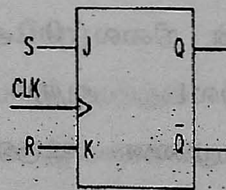
8.11.2 JK நிலைமாறியின் மாற்றம்

ஒரு JK நிலைமாறியின் இயக்கத்தினை RS, T அல்லது D நிலைமாறியாக மாற்றலாம். RS நிலைமாறியைப் பயன்படுத்தியோ அல்லது JK நிலைமாறியை RS நிலைமாறியாக மாற்றியோ உடன் மறுப்பு நிலை (J=1 மற்று ம் K=1) ை ய கட்டாயம் விலக்க வேண்டும். RS நிலைமாறியின் J மற்றும் Kன் உள்ளீடுகள் S மற்றும் R-ஐப் பொருத்து JK நிலைமாறியானது RS நிலைமாறியைப் பொருத்து வேலை செய்யும். மேலும் Kன் உள்ளீடுகள் S மற்றும் Rஐப் பொருத்தமையும்.

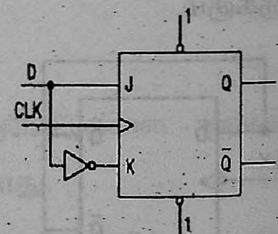
சில நேரங்களில் J=1 மற்றும் K=1 என்ற நிலையினை J=K நிலைமாறியின் உள்ளீடு மாற்றம் (Toggle) பெறும் J=1 மற்றும் K=1 என்ற நிலை கட்டாயம் JK நிலைமாறி J நிலைமாறியாக மாறுவதற்கான முடிவாகுமென்பது விரும்பத்தகுந்தது.



படம்8.22(a)



படம்8.22(b)



படம்8.22(c)

தகவல் J இணைப்பிலும் அதன் நிரப்பி K இணைப்பிலும் எடுத்துச் செல்லப்படும் இவையனைத்தும் தகவல் = 1 என்பது நிலைமாறி காலமுனைக்குப் பிறகு அமைவு பெறும். கால முனையானது நிலைமாறி திரும்பமைவு பெறுவதென்பது தகவல் =0 என்று இருக்கும் போது அமையும்.

J மற்றும் K-ன் நிரப்பிகளாகத் தனக்குத்தானே மாற்றிக்கொள்வதால் இவை D நிலைமாறிகளாக வேலை செய்யும். J மற்றும் Kக்கு இடையே தலைகீழ் மாற்றியை பயன்படுத்தி, JK ஒன்றிணைக்கப்பட்டு D-நிலைமாறி உருவாக்கப்படுகிறது. JK நிலை மாறியைப் பயன்படுத்தி T, SR, D நிலைமாறிகளாக மாற்றுதல் சுற்றுப்படம் 8.22-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

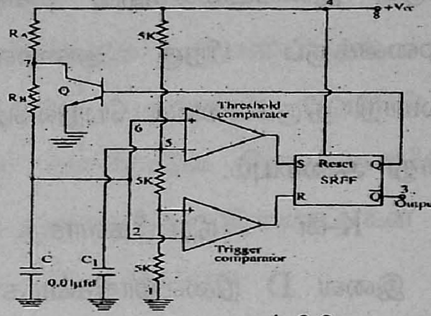
8.12 நிலையற்ற பல்லதிர்வி (Astable Multivibrator)

தளர்வு அலைவுமானியான நிலையற்ற பல்லதிர்வியை பயன்படுத்திக் கோள மற்றும் செவ்வக வடிவ அலை சைகையை உருவாக்கலாம். மேலும், இதில் நிலையான நிலை காணப்படுவதில்லை. எனவே, இதிலிருக்கும் இரண்டு நிலை களும் நிலையற்ற நிலைகள் ஆகும். இந்த நிலையற்ற நிலையில் உயர் மற்றும் தாழ்வுநிலைகள் ஒன்றன்பின் ஒன்றாகத் தானாகவே உருவாகும். எனவே, இதனைத் தடையில்லா அலைவுறுமானி என்கிறோம்.

8.12.1 555 கால இயக்கியைப் பயன்படுத்தி நிலையற்ற பல்லதிர்வியை உருவாக்குதல் (Astable Multivibrator using 555 timer)

555 கால இயக்கியைப் பயன்படுத்தி நிலையற்ற பல்லதிர்வியை உருவாக்க C என்ற மின்தேக்கியை R_A மற்றும் R_B மூலமாக V_{CC} உடன் இணைக்கவும், மின்தேக்கியின்

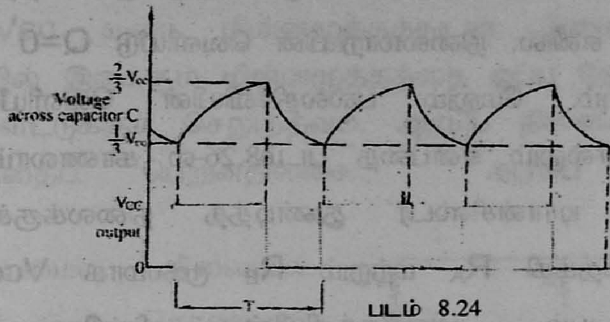
மின்னழுத்தத்தை நேரடியாக மாறா உள்ளீடான ஒப்புநோக்கி வாயிலுக்கும்(Trans hold Comparator), மாறும் உள்ளீடான தூண்டு



படம்.8.2

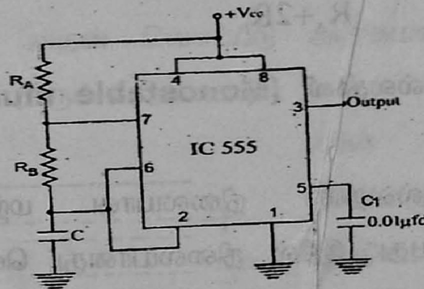
ஒப்புநோக்கிக்கும் (Trigger Comparator) செலுத்தவேண்டும் படம்.8.23-ல் எப்பொழுது மாற்றி (switch) திறக்கப் படுகிறதோ அப்பொழுது செலுத்தப்படும் மின்னழுத்த மானது மாறும் உள்ளீடாக ஒப்புநோக்கி வாயிலில் (2/3) V_{CC}-யும், மற்றும் (1/3)V_{CC} ஆனது மாறா உள்ளீடாகத் தூண்டுஒப்பு நோக்கியிலும் உருவாகும். ஆரம்ப நிலையில் மின்தேக்கியில் எந்த மின்னேற்றமும் ஏற்படுவதில்லை. ஏனெனில் செலுத்தப்படும் மின்னழுத்ததால் ஏற்படும் உடனடி மாற்றத்தை எதிர்ப்பதனால் மின்னேற்றம் ஏற்படுவதில்லை. எனவே ஒப்புநோக்கு வாயிலின் வெளியீடானது 0 மற்றும் துடிப்பு ஒப்பு நோக்கியின் வெளியீடானது 1 ஆகும். தற்போது Q =0 மற்றும் Q=1, ஏனெனில் SR நிலைமாறியானது மறு அமைவு நிலையில் இருக்கும். தற்போது டிரான்சிஸ்டர் துண்டித்த நிலைக்குச் செல்வது படம்.8.24-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது. ஏனெனில், வெளியீடு Q=0 ஆகும். எனவே டிரான்சிஸ்டர் ஏற்பான் வெளியீடானது அதிகமாகும். ஆகையால் மின்தேக்கி C ஆனது R_A மற்றும் R_B மூலமாக V_{CC} ஐ நோக்கி மின்னேற்றமடையும். எப்பொழுது மின்தேக்கி (1/3)Vcc விட அதிகமடைகிறதோ அப்பொழுது துடிப்பு நோக்கியின் வெளியீடு 0 ஆக இருக்கும். தற்போது நிலைமாறியின் உள்ளீடு S=0 மற்றும் R=0 இருப்பினும் முதல் நிலை வெளியீடு மாறாமல் இருக்கும். டிரான்சிஸ்டர்

துண்டித்த நிலையிலேயே இருக்கும். எனவே மின்தேக்கி மீண்டும் Vccயை நோக்கி மின்னேற்றமடையும். எப்பொழுது மின்தேக்கி (2/3)



படம் 8.24

Vcc விட அதிகமடைகிறதோ அப்பொழுது ஒப்புநோக்கிவாயில் 1- ஆக உயர்வடையும். தற்போது S = 1 & R = 0 ஆனது வெளியீட்டை Q = 1 & Q = 0 ஆகவும் நிலைமாற்றியையும் அமைக்கும். எனவே வெளியீடானது தாழ்ந்தநிலைக்குச் செல்லும். Q – வின் உயர்ந்த வெளியீடானது டிரான்சிஸ்டரை இணைக்கும். ஆகையால் மின்தேக்கியானது R_B மற்றும் ஏற்பான் மூலமாக டிரான்சிஸ்டரின் வெளியீடு பகுதியில் மின்னிறக்கமடையும்.



படம் 825

எப்பொழுது மின் தேக்கியின் மின்னழுத்தம் (2/3) Vcc விட குறைகிறதோ அப்பொழுது வெளியீடு தாழ்ந்த நிலையில் இருந்து மாறாது. மேலும் டிரான்சிஸ்டர் இணைப்பிலேயே இருக்கும். மேலும் மின்தேக்கி தொடர்ந்து மின்னிறக்கமடையும்.

மின்தேக்கி (1/3) Vcc விட குறையும் பொழுது துடிப்பு ஒப்புநோக்கியின் வெளியீடு 1 ஆக இருக்கும். தற்போது S=0 மற்றும் R=1. எனில், நிலைமாறியின் வெளியீடு Q=0 மற்றும் $\bar{Q}$=1 ஆக அமையும். மேலும் பல்லதிர்வியின் வெளியீடு உயர்ந்த நிலைக்குச் செல்லும் என்பதை படம்8.26-ல் காணலாம். Q=0 ஆக இருப்பதனால் டிரான்சிஸ்டர் துண்டித்த நிலைக்குச் செல்லும், மீண்டும் மின்தேக்கி R_A மற்றும் R_B மூலமாக Vcc-ஐ நோக்கி மின்னேற்றமடையும். மின்தேக்கியின் மின்னேற்றம் மற்றும் மின்னிறக்கம் ஆகிய செயல்களினால் ஒரு தொடர்ச்சியான சைகைகளைக் கொண்ட வெளியீடு உருவாகும்.

மின்தேக்கி (1/3) Vcc-க்கும் (2/3) Vcc க்கும் இடையில் மின்னழுத்தம் தானாகவே மின்னேற்றம் மற்றும் மின்னிறக்கமடையும்.

மின்னேற் காலம் $T_1 = 0.69 (R_A + R_B) C$ வினாடி

மின்னிறக்க காலம் $T_2 = 0.69 (R_B C)$ வினாடி

மொத்த காலம் $T = T_1 + T_2 = 0.69 (R_A + 2R_B) C_S$ வினாடி

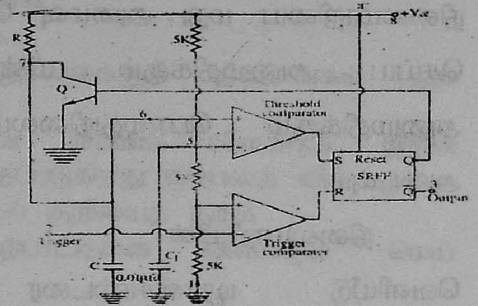
கடமைச் சுழற்சி (D) (Duty Cycle) $= \dfrac{R_A + R_B}{R_A + 2R_B} \times 100\%$

8.12.2 ஒருநிலை பல்லதிர்வி (Monostable multiribrartor using IC 555)

ஒருநிலை பல்லதிர்வி நிலையான மற்றும் நிலையற்ற நிலைகளை உடையது. இதில் நிலையானது வெளிப்புற தூண்டும் அலைவுகளால் மட்டும் மாறும், ஆனால் நிலையற்றது தானாகவே தனது நிலையை மாற்றிக் கொள்ளும்.

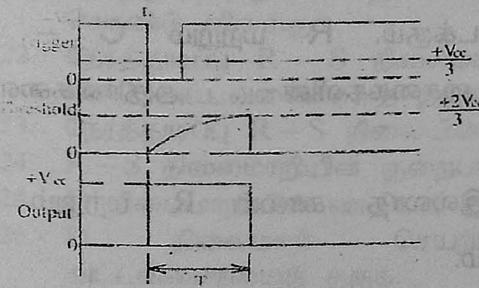
ஒரு நிலை பல்லதிர்விய எதிர்மின் தூண்டும் அலைவுகளால் + V_{CC} அளவு தூண்டலாம். அவ்வாறு தூண்டப்படும் நேரத்தில் தூண்டுவதற்குப் பயன்படுத்தப்படும் மின்னழுத்தம் (1/3) Vcc –க்கும் குறைவாக இருக்கவேண்டும். படம்8.26-ல் மின் சாவி இணைப்பில் இருக்கும் போது (2/3)Vcc ஆது மாறும் உள்ளீடாக ஒப்பு நோக்கி

வாயிலுக்கும் (Threshold Comparator), மாறா உள்ளீடாக (1/3) Vcc ஆனது தூண்டு வாயிலுக்கும் ஒரு மின்தேக்கியானது R மூலமாக Vcc என்ற மின்னழுத்தத்துடன் இணைக்கப்பகின்றது. மின்தேக்கியில் இருக்கும் மின்னழுத்தத்தை ஒப்பு நோக்கி வாயிலின் மாறா உள்ளீட்டுக்குச் செலுத்தவும். ஆரம்ப நிலையில் மின்தேக்கி மின்னேற்றத்தைப் பெறுவதில்லை. ஆரம்ப நிலையில் நிலைமாறி-யானது அமைவு நிலையில் இருப்பதாகக் கொண்டால் பல்லதிர்வியின் வெளியீடு குறைவாக இருக்கும். மேலும் செலுத்தும் தூண்டு அலைவுகளுக்கு முன் போலவே குறைவான வெளியீட்டையே பெறும்.



படம்8.26

பல்லதிர்வி தற்போது நிலையானதாக வேலை செய்யும். ஆகவே இது வெளிப்புறத் தூண்டும் அலைவுகளால் மட்டுமே மாற்றம் அடையும். தூண்டு ஒப்புநோக்கியின் மாறும் உள்ளீட்டுக்குச் செலுத்தப்படும் தூண்டு துடிப்புகள், (1/3) Vcc க்கு குறைவாக இருக்கும் போது அதன் வெளியீடு அதிகமாக இருக்கும், மேலும் நிலைமாறியானது திரும்ப அமையும்.

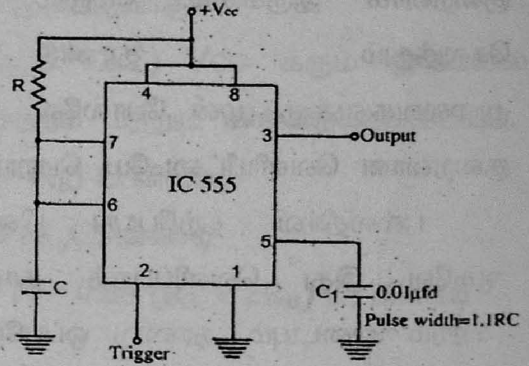


படம்.8.27

மின் தேக்கியின் மின்னழுத்தம் (2/3) Vcc விட அதிகமாகும் போது ஒப்பு நோக்கியின் வெளியிடு 1 ஆக உயரும். இவை நிலைமாறியைத் திரும்பமைவு செய்யும் விதம் படம் 8.27-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

தற்போது நிலைமாறியின் வெளியீடு Q=1 ஆக Q=0 ஆகும். Q-ன் உயர்நிலை வெளியீடு டிரான்சிஸ்டரின் கடத்தும் திறனைக் கொடுக்கும். எனவே மின்தேக்கி எளிதில் மின்னிறக்கமடையும், பல்லதிர்வி மீண்டும் நிலையானதாகும்.

தூண்டும் சாதாரண உள்ளீடு வீச்சு + Vcc வுடன் குறுகிய துடிப்பாகும். இத்துடிப்பானது (1/3 V_{CC})க்கும் குறைத்து நிலைமாறியை மறு அமைவு செய்து, மின்தேக்கியை மினனேற்றம் செய்ய அனுமதிக்கும். மின்தேக்கியை மின்னேற்றம் செய்ய அனுமதிக்கும் பொழுதுநிலைமாறியானது அமைப்பு நிலையை அடையும்.



படம்.8.28

நிலைமாறியின் வெளியீடு டிரான்சிஸ்டரை நிறைவுற்றதாக்கி மின்தேக்கி, மின்னழுத்தத்தை மின்னி-றக்கம் செய்ய வைக்கும். இதன் விளைவாகச் செவ்வக துடிப்பானது வெளியீடாக உருவாகும். படம்.8.28-ல் துடிப்பு ஒப்பு நோக்கியின் மாறும் உள்ளீடாகத் தூண்டும் துடிப்புகளைத் தொடர்ச்சியாகச் செலுத்தும் போது தொடர்ச்சியான செவ்வகச் சைகைகள் வெளியீடாகக் கிடைக்கும். R மற்றும் C – ன் மதிப்புகள் வெளியீட்டு சைகைகளின் அதிர்வுகளைக் கட்டுப்படுத்தும்.

வெளியீட்டின் துண்டிப்பு இல்லாத காலம் R மற்றும் C மதிப்புகளைப் பொருத்து அமையும்.

அதாவது T = 1.1 RC வினாடி ஆகும்.

கேள்விகள்:

1. நிலைமாறி ஏன் நினைவகக் கருவியாகக் கருதப்படுகிறது?
2. அடிப்படை எலக்ட்ரானியல் நிலைமாறியின் சுற்றினைத் தருக.
3. விசைத் தாழிடல் என்றால் என்ன?
4. விசைத் தாழிடப்பட்ட நிலைமாறியின் செயற்பாட்டினை விளக்கும் மெய் அட்டவணையைத் தருக.
5. விசைத் தாழிடப்பட்ட நிலைமாறியின் செயலற்ற நிலையை விளக்குக.
6. போட்டி நிபந்தனை என்றால் என்ன?
7. போட்டி நிபந்தனை – விளக்குக.
8. நிலைமாறி ஏன் ஓர் 1-இருநிலைக்குறி நினைவகம் என அழைக்கப்படுகிறது?
9. நிலைமாறியின் செயற்பாட்டினை விரிவாக விளக்குக. இதன் வெளியீடு எவ்வாறு கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது என்பதை விளக்குக.
10. R – S நிலைமாறிக்கான வாதியல் குறியைத் தருக.
11. R–S நிலைமாறியின் செயற்பாட்டினை விளக்கும் மெய் அட்டவணையைத் தருக.
12. R – S நிலைமாறியின் தடை செய்யப்பட்ட நிலையை விளக்குக.
13. R – S நிலைமாறியில் அமைவு நிபந்தனை என்றால் என்ன?
14. R – S நிலைமாறியில் மறு அமைவு நிபந்தனை என்றால் என்ன?
15. R – S நிலைமாறியில் பிடிப்பு நிபந்தனை என்றால் என்ன?
16. R– S நிலைமாறியின் செயற்பாட்டினைத் தகுந்த சுற்றும், மெய் அட்டவணையும் கொண்டு விரிவாக விளக்குக.
17. நிலைமாறிகள் நேரப்படுத்தல் என்றால் என்ன?
18. நிலைமாறிகள் நேரப்படுத்தல் பற்றிக் குறிப்பு வரைக.
19. நேரத்துடிப்பு R – S நிலைமாறிக்கான வாதியல் அமைப்பை வரைக.
20. நேரத்துடிப்பு R – S நிலைமாறி நேரத்துடிப்பு தாழ்நிலையில் இருக்கும்போது எவ்வாறு செயல்முடக்க நிலையில் அமைகிறது?
21. நேரத்துடிப்பு நிலைமாறியின் செயற்பாட்டினை அலைவடிவப் படம் கொண்டு விளக்குக.
22. நேரத்துடிப்பு R – S நிலைமாறியின் செயற்பாட்டினை விளக்கும் மெய் அட்டவணையைத் தருக.
23. நேரத்துடிப்பு R – S நிலையின் செயற்பாட்டினை விளக்குக.
24. R – S நிலைமாறியின் குறைபாட்டினைக் கூறுக.
25. D நிலைமாறியின் வாதியல் குறியைத் தருக.
26. D நிலைமாறி செயற்பாட்டினை விளக்கம் மெய் அட்டவணையைத் தருக.
27. D நிலைமாறி செயற்படும் விதத்தை விளக்குக.

28. D நிலைமாறியில் முன் அமைவும் அழித்தலும் எவ்வாறு நடைபெறுகின்றன என்பதனை விளக்குக.
29. J - K நிலைமாறிச் சுற்றினை வரைக.
30. J - K நிலைமாறிக்கான மெய் அட்டவணையைத் தருக.
31. J - K நிலைமாறியின் வாதியல் குறியைத் தருக.
32. J - K நிலைமாறியின் செயல்படும் விதத்தை விரிவாக விளக்குக.
33. செயலிடு – செயல்பாடு நிலைமாறி செயற்படும் விதத்தை விளக்குக.
34. J - K செயலிடு – செயல்பாடு நிலைமாறி செயற்படும் விதத்தை விளக்குக.
35. J - K செயலிடு – செயல்பாடு நிலைமாறியின் சுற்றினை வரைக.
36. J - K செயலிடு – செயல்பாடு நிலைமாறியின் செயற்பாட்டினை விளக்கும் மெய் அட்டவணையைத் தருக.

இயல் - 9

பதிவிகள் (Registers)

9.1 தற்காலிக நினைவகங்கள் (Buffers)

ஒரு தற்காலிக நினைவகம் கீழ்க்கண் முறையில் வரையறுக்கப்பட்டுள்ளது.

(i) செய்திக் கூறை சேர்க்கும் பொழுது இது ஒரு சைகையைக் கொடுக்கும் பொறியாகும்.

(ii) இதில் உள்ள சேமகலப்பகுதி தற்காலிகமாகச் செய்தியைச் சேமித்துக் கொள்ளப் பயன்படுகிறது.

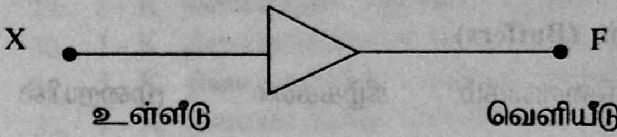
(iii) தட்டச்சுப் பொறியில் செய்தியைத் தட்டச்சுச் செய்யும் போது தற்காலிகச் சேமிப்புச் சாதனத் உபயோகப்படுத்துகின்றோம்.

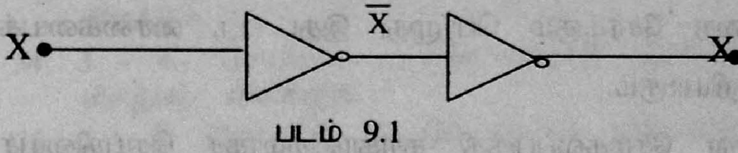
ஏனென்றால், தட்டச்சுச் சாதனம் கணிப்பொறியை விட மெதுவாகச் செயல்படுவதாகும்.

(iv) செய்திகளை ஒரு சாதனத்திலிருந்து மற்றொரு சாதனத்திற்குள் செலுத்தும் போது செய்திகளின் வேகத்தைச் சரிபடுத்த தற்காலிகச் சேமிப்புச் சாதனம் பயன்படுகிறது.

தற்காலிக நினைவகத்தின் செயல்பாடானது வெளியீட்டில் கிடைக்கும் மின்னோட்டம் அல்லது மின்னழுத்தத்தின் அளவை உயர்த்துகிறது, அதாவது, ஒரு சாதனத்திலிருந்து மற்றொரு சாதனத்திற்குச் செய்தியை அனுப்பும் வசதி இல்லாத போது தற்காலிக நினைவகத்தைப் பயன்படுத்தி வெளியீட்டின் அளவைப் பெருக்கிக் கொள்ளலாம். தற்காலிக நினைவகத்தின் அமைப்பு படம் 9.1-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

தற்காலிக நினைவகமானது செயல்பாட்டை (function) மட்டும் அனுப்பும். ஆனால் எந்த ஒரு முறைமை இயக்கத்தையும் இது செய்யாது. இதன் உள்ளீடு மற்றும் வெளியீடுகள் சமமாக இருக்கும். இது மெய் அட்டவணை 9.1-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது. ஏனென்றால், இரு தலைகீழிகளைக் கொண்டு இந்நினைவகம் அமைக்கப்பட்டுள்ளது.





படம் 9.1

அட்டவணை 9.1

X	F
0	0
1	1

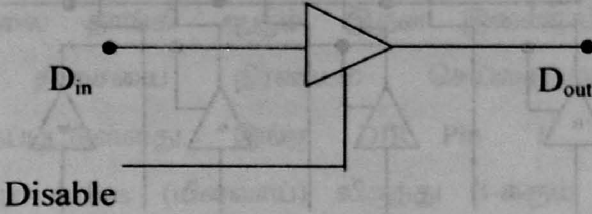
9.2 தாங்கி பதிவிகள் (Buffer Registers)

9.2.1. மூன்று நிலை தாங்கி பதிவிகள் (Tri-state Buffer registers)

மூன்று நிலை தாங்கி தற்காலிக நினைவகமானது ஒரு உள்ளீடு, வெளியீடு மற்றும் ஓர் இயலாப்பகுதி (disable input) உள்ளீடு என்ற மூன்று வரிகளைப் பெற்றிருக்கும். இது ஒரு சாவிபோல் வேலை செய்கிறது. இயலாப்பகுதி உள்ளீடு தாழ்நிலையில் இருக்கும்போது, உள்ளீடு தகவல் A-ஆனது வெளியீட்டில் கிடைக்கும். இயலா உள்ளீடானது உயர்நிலையாக இருந்தால் மூன்று நிலை வாதத்தின் மூன்றாவது நிலையின் உயர் மின் தடை திறந்த நிலையில் இருக்கும். எனவே உள்ளீடு மதிப்பு வெளியீட்டில் கிடைப்பதில்லை. இதன் அடையாளம் படம் 9.2-லும், மெய் அட்டவணை 9.2-லும் காணலாம்.

தற்காலிக நினைவகத்தின் பயன்களில் முக்கியமானது மாற்றப் பொருத்தம் ஆகும். இது உயர் உள்ளீடு மாற்றத்தையும், தாழ்

உள்ளீடு மாற்றத்தையும் பெற்றிருக்கும். ஒரு மூன்று நிலை எட்டடிமான தற்காலிக நினைவகம் படம் 9.3-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



படம் 9.2

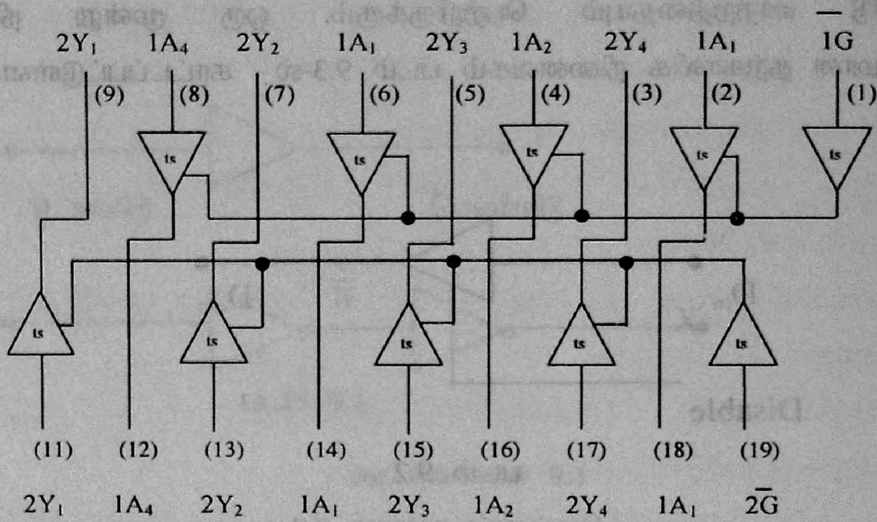
மெய்அட்டவணை 9.2

Disable	D_{in}	D_{out}
0	0	0
0	1	1
1	X	open

இதில் உள்ள எட்டு தற்காலிக நினைவகங்கள் நான்கு, நான்கு தற்காலிக நினைவகங்களாகக் குழுக்களாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளன. மேல் உள்ள தற்காலிக நினைவகங்கள் $1\ \overline{G}$ —லும் கீழ் உள்ள தற்காலிக நினைவகங்கள் $2\ \overline{G}$—லும் கட்டுப்பாடு செய்யப்படுகிறது.

$1\overline{G}$ தாழ்நிலையாக இருக்கும் போது மேல் உள்ள நான்கு தற்காலிக நினைவகங்களின் உள்ளீடுகள் $1A_1$, $1A_2$, $1A_3$, $1A_4$-ல் உள்ள தகவலானது வெளியீடுகள் $1Y_1$, $1Y_2$, $1Y_3$ மற்றும் $1Y_4$ -க்கு அனுப்பப்படுகிறது. இது படம் 9.3-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

$1\overline{G}$ உயர்நிலையாக இருப்பதால் மேல் உள்ள நான்கு தற்காலிக நினைவகம் இயங்காமல் இருக்கிறது. அதாவது அவை அனைத்தும் உயர் மாற்ற நிலைக்குச் சென்று விடுகின்றன.



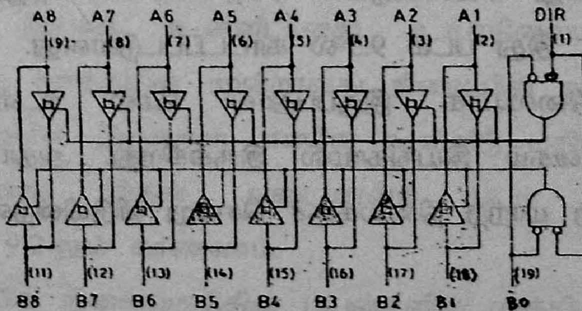
படம்.9.3

இதே போல $2\overline{G}$ தாழ்நிலையில் இருந்தால், கீழுள்ள நான்கு தற்காலிக நினைவகங்களின் உள்ளீடுகள் $2A_1$, $2A_2$, $2A_3$, $2A_4$,-ல் தகவலானது அதன் வெளியீடுகள் மற்றும் $2Y_1$, $2Y_2$, $2Y_3$, $2Y_4$,-க்கு அனுப்பப்படுகிறது.

$2\overline{G}$ உயர்வாக இருந்தால் கீழுள்ள நான்கு தற்காலிக நினைவகங்களை உயர் மின்னெதிர்ப்பு நிலைக்குச் சென்று விடுகின்றன.

9.2.2 இருவழி தாங்கி (Bidirectional buffer)

இதன் அமைப்பு தகவல் இரண்டு திசையிலும் A to B (or) B to A செல்லுமாறு ஏற்படுத்தப்பட்டிருக்கும். இதனால் செய்தி கூறுகளை உள்ளே அனுப்புவதும், உள்ளே இருக்கும் தகவலை வெளியில்



படம்.9.4

எடுப்பதும் எளிதாகிறது. படம் 9.4-ல் இரு வழி தாங்கி வாத செய்தி கூற்றிற்கான கூறு மாற்ற ஏற்பி (transreceiver) காட்டப்பட்டுள்ளது. இதில் 16 தாங்கிகள் உள்ளது. இதில் ஒவ்வொரு திசைக்கும் எட்டு தாங்கிகள் பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளன. இது ஒரு மூன்று நிலை தாங்கி ஆகும். இதன் இணைப்பில் செய்திக்கூறு செல்லும் திசையை நிர்ணயம் செய்வதற்காக DIR Pin பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளது. இங்கு DIR Pin '1' ஆக இருந்தால் செய்திக்கூறு A bus (மின்வாய்) லிருந்து B-க்கும் DIR Pin 0 ஆக இருந்தால் செய்திக்கூறு B bus—லிருந்து A-க்கும் செல்லும்.

மெய் அட்டவணை 9.3

DIR	இயலா நிலை	இயங்குநிலை
உயர்	தாழ்	தகவல்
தாழ்	தாழ்	தகவல்
X	உயர்	தனித்தல்

மூன்று நிலை முறைமைப் பயன்- படுத்தப்பட்டுள்ள இயலா ஊசி (Disable Pin) முறைமை நிலையிலும் DIR Pin முறைமை நிலையிலும் உம்மிணை செய்யப்படுவதால் மேற்கூறிய கட்டுப்பாடு கிடைக்கிறது. இதற்கான மெய் அட்டவணை 9.3-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

9.3 பதிவிகள்

பதிவி (Register) என்பது ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட நிலைமாறிகளையோ அல்லது ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட நினைவகப் பகுதிகளையோ கொண்டிருக்கும்.

பதிவியானது ஈரடி வார்த்தைகளைச் சேமிப்பு செய்யப் பயன்படுகிறது. மேலும் பதிவிகள் எண்ணிகளிலும் பயன்படுத்தபடுகின்றன.

9.3.1 பெயர்ப் பதிவுகள்

அலகு பெயர்தலானது நுண்கணினிகளில் இயற்கணிதம் மற்றும் வாதம் செயல்பாடுகளில் அதிக முக்கியத்துவம் வாய்ந்ததாக அமைகிறது.

பல எண்ணிலக்க அமைப்புகளில் ஒரு பதிவேடு முக்கியப் பங்கு பெறுகிறது. இருநிலைச் செய்திகளைச் சேமிப்பதற்கு இது பயன்படுகிறது. மேலும் கணக்கீடுகளில் இருநிலைப் பதிவேடு முக்கியமான பங்கு பெறுகிறது. இருநிலைச் செய்திகளைச் சேமிப்பதற்கு இது பயன்படுகிறது. எடுத்துக்காட்டாகக் கூட்டல், கழித்தல், பெருக்கல் போன்ற கணக்கீடுகள் பதிவேடு மூலம் செய்யப்படுகிறது.

மேலும் பெயரும் பதிவேடுகளை எளிமையாகப் பல்வகை எண்ணிகளாக அமைக்கலாம். கணக்கிடும் கருவியினுள் பெயரும் பதிவேடு முக்கியப் பங்கு பெறுகிறது. தட்டுப் பலகையில் ஒவ்வோர் எண்ணையும் அழுத்தும் போது காட்சியில் அந்த எண் இடப்பக்கம் பெயர்வு அடைகிறது. எடுத்துக்காட்டாக 327 என்ற எண்ணைக் கீழ்க்கண்டவாறு பதிவு செய்யலாம். முதலில் தட்டுப் பலகையில் 3ஐ அழுத்திவிட, 3 காட்சியில் வலது முனையில் தோன்றுகிறது. அடுத்து தட்டுப்பலகையில் 2ஐ அழுத்திவிட 3 ஓர் இடம் இடப்பக்கம் நகர, வலது முனையில் 2 தோன்றுகிறது. ஆகவே காட்சியில் 32 தோன்றுகிறது. கடைசியாகத் தட்டுப் பலகையில் 7ஐ அழுத்திவிட காட்சியில் 327 தோன்றுகிறது. இந்த எடுத்துக்காட்டு பெயரும் பதிவேட்டின் இரு சிறப்பியல்பைக் காட்டுகிறது.

(i) இ்து ஒரு நிரந்தரமற்ற நினைவகம். தட்டுப் பலகையில் எண்ணை அழுத்திவிட்டப் பின்பும், அந்த எண் காட்சியில் தோன்றுகிறது.

(ii) தட்டுப் பலகையில் புதிய எண்களை ஒவ்வொன்றாக அழுத்த காட்சியில் உள்ள எண் ஓர் இடம் இடப்பக்கமாக நகர்ந்து, புதிய எண்ணைக் காட்சியில் வலது முனையில் காட்டுகிறது.

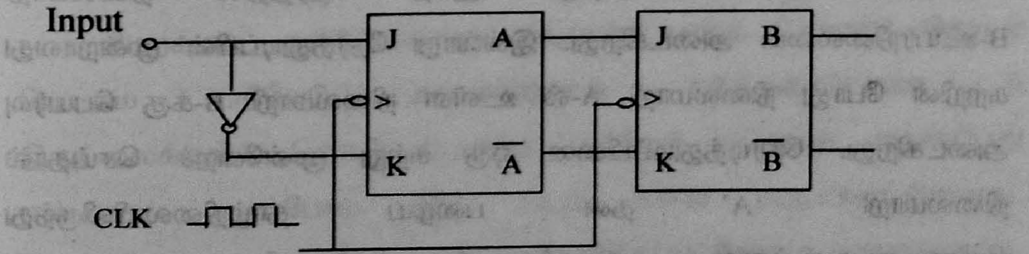
இவ்வாறு பெயரும் பதிவேடு நினைவகப் பண்பும், பெயர்வடையச் செய்யும் பண்பும் கொண்டிருப்பதால், இஃது எண்ணிலக்க மின்னணுவியல் அமைப்பில் அதிகப் பயனுள்ளதாக அமைகிறது.

நிலைமாறிகளை ஒன்றாக இணைப்பதன் மூலம் பெயரும், பதிவேடும் அமைக்கலாம். நிலைமாறி நினைவகப் பண்பு கொண்டுள்ளது நமக்குத் தெரியும். இந்த நினைவகச் சிறப்பியல் பெயரும் பதிவேட்டில் பயன்படுத்தப்படுகிறது. ஒவ்வொரு இருநிலை எண்ணையும் பதிவு செய்வதற்கு ஒரு நிலைமாறி தேவைப்படுகிறது.

பதிவேட்டில் இருநிலைச் செய்திகளை இரு முறைகளில் பெயர்வு அடையச் செய்யலாம். முதலாவது முறையில் பதிவேட்டில் உள்ள செய்தியை ஒரே ஒரு இருநிலைக்குறி தொடராகப் பெயர்வு அடையச் செய்வது. இவ்வகையான பெயரும் பதிவேட்டினைத் தொடர் பெயரும் பதிவேடு என்பர். இரண்டாவது முறையில் எல்லா இருநிலைக் குறிகளும் ஒரே நேரத்தில் பெயர்வு அடையச் செய்வது. இவ்வகையான பெயரும் பதிவேட்டை இணைப் பெயரும் பதிவேடு என்பர்.

9.4 தொடர் பெயரும் பதிவேடு

தொடர் பெயரும் பதிவேடு செயற்படும் விதம், நிலைமாறிகள் கொண்டு, படம் 9.5-ல் தெளிவாகக் காட்டப்பட்டுள்ளது. இங்கு இருநிலைமாறிகள் மட்டுமே பயன்படுத்தப்படுகின்றன. ஆகவே இரண்டு இருநிலைக் குறிகளைப் பெயர்வு அடையச் செய்யலாம்.



படம் 9.5

ஆரம்பத்தில் A,B ஆகிய இரண்டும் தாழ்நிலையில் இருப்பதாகக் கொள்வோம். இப்போது படத்தில் 9.5-ல் காட்டியபடி A-ன் இரண்டு உள்ளீடுகள் J,K ஆகியவற்றைத் தாழ்நிலையில் அமைத்து, நேரத்துடிப்பின் ஒரே சுற்றினை அனுமதிப்போம். A-ன் உள்ளீடுகள் J-ம், K-ம் தாழ்நிலையில் அமைந்திருப்பதால், A-ன் நிலையில் எந்தவிதமான மாற்றமும் ஏற்படாது. நிலைமாறி B-ன் உள்ளீடு J-ஐ, A கட்டுப்படுத்தப்படுவதால் தாழ்வாகவும், K-ஐ A கட்டுப்படுத்தப் படுவதால் உயர்வாகவும் அமைகிறது. ஆகவே இந்த இடைவெளி நேரத்தில் B-ன் நிலையில் எந்த மாற்றமும் ஏற்படாது. ஆகவே நிலைமாறிகள் A-ம், B-ம அதன் முந்தைய நிலையிலேயே அமையும்.

அடுத்து நிலைமாறி A-ன் உள்ளீடு K-ஐ முந்தைய நிலையிலேயே அமைத்து, உள்ளீடு J-ஐ உயர்நிலை அடையுமாறு செய்ய வேண்டும். இப்போது நேரடித்துடிப்பினை ஒரு சுற்று செல்ல அனுமதித்தால் நிலைமாறி A உயர்நிலையை அடைகிறது. ஆனால் B தன் முந்தைய நிலையிலேயே நிலைத்து நிற்கிறது. ஆகவே நேரத் துடிப்பின் இரண்டாவது சுற்றில் நிலைமாறி A, 1-ஐ அடைகிறது. 'B' மாறுவதில்லை.

பின்பு நிலைமாறி A-ன் உள்ளீட்டினைத் தாழ்நிலையில் அமைத்து, உள்ளீடு K-ஐ உயர்நிலைக்குக் கொண்டு செல்ல வேண்டும். நேரத் துடிப்பினை முன்னேற செய்யும்போது A-ன் உள்ளீடு J-தாழ்வாகவும், K-உள்ளீடு உயர்வாகவும், இருப்பதால் A-தாழ்நிலைக்குச் செல்கிறது. இதே நேரத்தில் நிலைமாறி B-உயர்நிலையை அடைகிறது. இவ்வாறு நேரத்துடிப்பின் மூன்றாவது சுற்றின் போது நிலைமாறி A-ல் உள்ள நிலைமாறி B-க்கு பெயர்வு அடைகிறது. நேரடித்துடிப்பினை ஒரு சுற்று முன்னேறச் செய்தால் நிலைமாறி 'A' தன் பழைய தாழ்நிலையிலிருந்து மாற்றமடைவதில்லை. ஆனால் நிலைமாறி B தாழ்நிலையை அடைகிறது. இவ்வாறு நேரடித்துடிப்பின் நான்காவது சுற்றின் போது

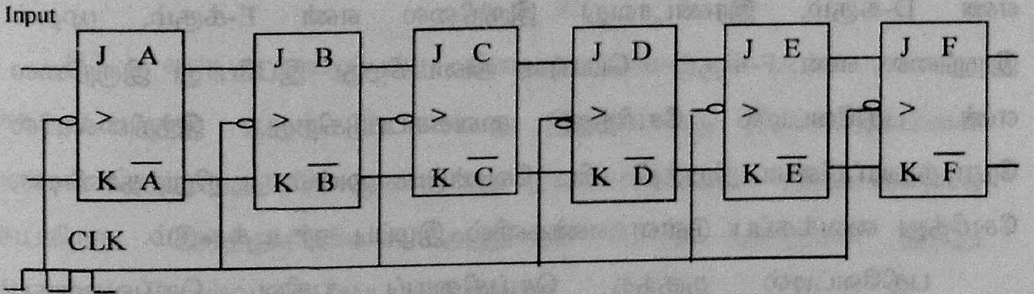
நிலைமாறி B-ல் உள்ள '1' வெளியே பெயர்வு அடைய, இருநிலைமாறிகளும் தம் பழைய நிலையை அடைகின்றன.

ஆகவே தொடர் பெயரும் பதிவேட்டின் செயற்பாட்டில் கீழ்க்கண்டவற்றை முக்கியக் கவனத்தில் கொள்ள வேண்டும்.

(i)நிலைமாறி A,'1'-ல் அமைப்பதற்கு, அதன் உள்ளீடு J-ஐ உயர்நிலையிலும், உள்ளீடு K-ஐத் தாழ்நிலையிலும் அமைத்து, நேரடித்துடிப்பினை ஒரு சுற்று முன்னேறச் செய்ய வேண்டும்.

(ii) நிலைமாறி A-ஐ '0'ல் அமைப்பதற்கு, அதன் உள்ளீடு 1 ஐ தாழ்நிலையிலும், உள்ளீடு K-ஐ உயர்நிலையிலும் அமைத்து நேரடித்துடிப்பினை ஒரு சுற்று முன்னேறச் செய்ய வேண்டும்.

(iii) எந்தவொரு நேரத்திலும், நிலைமாறி A-ல் உள்ள '1'-ல் நேரடித்துடிப்பின் அடுத்த சுற்றின்போது நிலைமாறி B—க்குப் பெயர்வு அடைகிறது. எந்தவொரு நேரத்திலும் நிலைமாறி A-ல் உள்ள '0' நேரடித்துடிப்பின் அடுத்த சுற்றின்போது நிலைமாறி B-க்கு பெயர்வு அடைகிறது.



படம்.9.6

மேறகண்ட கருத்துக்களை அடிப்படையாகக் கொண்டு தொடர் பெயாம் பதிவேடு அமைக்கலாம். எடுத்துக்காட்டாக 6 இருநிலைக்குறித் தொடர் பெயரும் பதிவேடு எவ்வாறு அமைப்பது என்பதைப் பார்ப்போம். இது படம் 9.6-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது. இச்சுற்றில் 6 நிலைமாறிகள் பயன்படுத்தப்பட்டுள்ள காரணத்தால், இதனை 6 இருநிலைக் குறிப்பதிவேடு என்பர். ஆகவே இதனைப்

பயன்படுத்தி 6 இருநிலை எண்களைச் சேமித்து வைக்கலாம். 6 இருநிலைக்குறித் தொடர் பெயரும் பதிவேடு செயற்படும் விதத்தைக் கீழ்க்கண்டவாறு விவரிக்கலாம்.

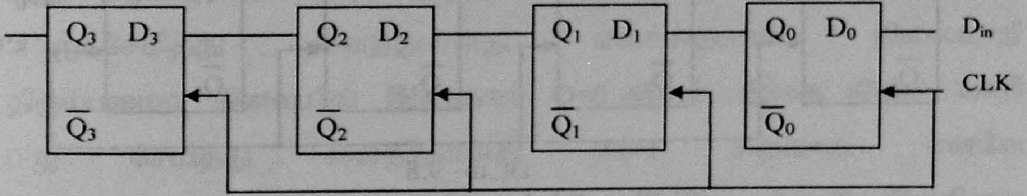
முதல் இருநிலை எண்ணை நிலைமாறி A-க்கு பெயர்வு அடையச் செய்வதற்கு ஒரு நேரடித்துடிப்பு நேரம் தேவைப்படுகிறது. நேரடித்துடிப்பின் இரண்டாவது சுற்றின்போது இரண்டாவது இருநிலை எண் நிலைமாறி A-க்குப் பெயர்வு அடைய, A-ல் உள்ள இருநிலைக்குறி எண் B-க்குப் பெயர்வு அடைகிறது. மூன்றாவது நேரத்துடிப்பின்போது, மூன்றாவது இருநிலை எண் நிலை மாறி A-க்குப் பெயர்வு அடைகிறது. இதே நேரத்தில் B—ல் உள்ள முதல் இருநிலை எண் C- க்கும், A-ல் உள்ள இரண்டாவது இருநிலை எண் B-க்கும், பெயர்வு அடைகிறது. இச்செயற்பாடு மேலும் மூன்று முறை நடைபெற வேண்டும். ஆறாவது நேரடித்துடிப்பின்போது, ஆறாவது இருநிலை எண் A-க்கும் ஐந்தாவது இருநிலை எண் B-க்கும் நான்காவது இருநிலை எண் C-க்கும் மூன்றாவது இருநிலை எண் D-க்கும், இரண்டாவது இருநிலை எண் E-க்கும், முதல் இருநிலை எண் F-க்கும் பெயர்வு அடைகிறது. இப்போது இருநிலை எண் பதிவேட்டில் சேமித்து வைக்கப்படுகிறது. இந்நிலையில் நேரடித்துடிப்பினை நிறுத்தி விட வேண்டும். அவ்வாறு நிறுத்தாவிடில், சேமித்து வைக்கப்பட்டுள்ள எண்களில் இழப்பு ஏற்படக்கூடும்.

பதிவேட்டில் தகுந்த செய்தியைப் பதிவு செய்வதற்குப் பெயரும் செயற்பாட்டின்போது, நிலைமாறி A-க்கான J,K உள்ளீடுகளைக் கட்டுப்படுத்த வேண்டும். மேலும் பதிவு செய்யப்பட வேண்டிய எண் எந்த வரிசையில் பெயர்வு அடையச் செய்ய வேண்டும் என்பதையும் முறைப்படுத்த வேண்டும். அதாவது மீச்சிறு முக்கிய இருநிலைக் குறியை முதலில் பதிவு செய்ய வேண்டுமா அல்லது கடைசியில் பதிவு செய்ய வேண்டுமா என்பதை முடிவு செய்ய வேண்டும். மிக முக்கியமான இருநிலைக்குறியை முதலில் பதிவு செய்ய வேண்டும் எனக் கொள்வோம். இதில் பெயரும் செயற்பாடு முடிந்த பின்பு, மிக முக்கியமான இருநிலைக்குறி

நிலைமாறி F-லும், மீச்சிறு முக்கியமான இருநிலைக்குறி நிலைமாறி A—லும் அமையும். பெயர் பதவி (Shift Register) என்பது சேமிப்பு செய்யப்பட்ட அலகுகளை வலது பக்கமோ அல்லது இடது பக்கமோ பெயர்வு செய்கிறது.

9.4.1. இடப் பெயர்வு பதிவி (Shift Left Register)

இடது பெயர்வு பதிவியானது தொடர் முறையில் D நிலை மாறிகளைக் கொண்டு இணைக்கப்பட்டுள்ளதைப் படம் 9.7—ல் காணலாம். ஒவ்வொரு நிலைமாறிகளின் வெளியீடுகள் அடுத்த நிலைமாறிகளின் உள்ளீடுகளாகக் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன. நாம் நேரத்துடிப்பினை அனுப்பும் போது தகவலானது அதன் நிலையில் இருந்து அடுத்த நிலைக்கு இடதுபக்கமாகப் பெயர்வு செய்யப்படுகிறது.



படம் 9.7

(D_{in}) என்பது வலப்பக்க நிலைமாறியினை D உள் அமைவு செய்யும் பகுதி ஆகும். Q_0 என்பது இரண்டாவது நிலைமாறியினை அமைவு செய்கிறது. Q_1 மூன்றாவது நிலைமாறியினை அமைவு (set) செய்கிறது. நேரத்துடிப்பினை அனுப்பும் போது அலகுகள் இடது பக்கமாகப் பெயர்வு செய்யப்படுகின்றன.

ஆரம்ப நிலையில் $Q_3 Q_2 Q_1 Q_0 = 0000$ அதாவது $Q = 0000$ அப்பொழுது D_{in} எனும் போது பதிவு செய்யப்பட்ட வார்த்தையானது $Q = 0001$ இவ்வாறு அமையும்.

இரண்டாவது நேரத்துடிப்பில் $Q = 0011$
மூன்றாவது நேரத்துடிப்பில் $Q = 0111$
நான்காவது நேரத்துடிப்பில் $Q = 1111$
என வெளியீடுகள் இடதுபக்கமாக ஒரு நிலையிலிருந்து அடுத்த நிலைக்குப் பெயரும்.

மாறாக நாம் எடுத்துக் கொண்ட சேமித்த வெளியீடுகள் Q = 0000 விற்குப் பதிலாக Q_3 Q_2 Q_1 Q_0 ஆனது 1111 என இருப்பின் Q = 1111 நிலை D_{in} = 0 எனில்

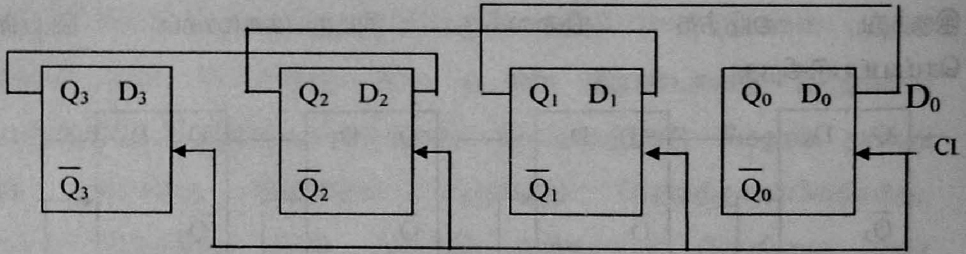
முதல் நேரத்துடிப்பில் Q = 1110 என இடது பக்கத்தில் பெயர்வது ஆகும்.

இரண்டாவது நேரத்துடிப்பில் Q = 1100

மூன்றாவது நேரத்துடிப்பில் Q = 1000

நான்காவது நேரத்துடிப்பில் Q = 0000

9.4.2. வலப்பெயர்வு பதிவி (Shift Right Register)



படம் 9.8

வலப்பெயர் (Shift Right Register) பதிவியானது D நிலைமாறிகளைக் கொண்டு தொடர்முறையில் படம் 9.8 – ல் காட்டியபடி இணைக்கப்பட்டுள்ளது.

நேர் நேரத்துடிப்பு சைகையை அனுப்பும் போது பதிவு செய்யப்பட்ட அலகானது, வலதுபக்கமாகப் பதிவு செய்யப்பட்ட நிலையிலிருந்து அடுத்த நிலைக்குப் பெயர்கின்றன.

ஆரம்பத்தில் Q = 0000

நிலை D_{in} = 1, முதல் நேரத்துடிப்பில் Q = 1000 என அமையும் '1' ஆனது வலதுபக்கத்திலிருந்து ஒவ்வொரு நிலையாக அடுத்த நிலைக்குப் பெயர்வு செய்யப்படும்.

இரண்டாவதுநேரத்துடிப்பில் Q = 1100

மூன்றாவது நேரத்துடிப்பில் Q = 1110

நான்காவது நேரத்துடிப்பில் Q = 1111

மாறாக Q ஆனது 1111 என இருப்பின்,

நிலை D_{in}=0, ஆனது வலது பக்கத்திலிருந்து பெயர்வாகின்றன.

முதலாவது நேரத்துடிப்பில் Q = 0111

இரண்டாவது நேரத்துடிப்பில் Q = 0011

மூன்றாவது நேரத்துடிப்பில் Q = 0001

நான்காவது நேரத்துடிப்பில் Q = 0000

இவ்வாறு பதிவு செய்யப்பட்ட அலகுகள் வலதுபக்கமாகப் பெயர்வு செய்யப்படுகின்றன.

9.5 இடம் பெயர் பதிவறைகளின் செயல்பாட்டுப் பிரிவுகள்

நிலைமாறியானது இருநிலை செய்தியைச் சேமிக்கிறது. நிலை மாறி அமைவு நிலையில் இருந்தால் Q=1 ஆகும். இதை நிலைமாறி '1'-ஐச்சேமித்து வைத்துள்ளது எனக்கூறலாம். நிலைமாறி திரும்பமைவு நிலையில் இருந்தால் Q=0 ஆகும். இதை நிலை மாறி 0-ஐ சேமித்து வைத்துள்ளது எனக் கூறலாம். எனவே நிலைமாறிகளைப் பயன்படுத்தி ஐந்து இருநிலைக்குறி இருநிலை செய்திக்கூறை சேமிக்க முடியும்.

இருநிலைச் செய்திக் கூறை சேமிக்கப் பயன்படும் நிலைமாறி அமைப்பையே பதிவறை என்கிறோம். இடம் பெயர்ப் பதிவறை என்பது ஒருநிலைமாறி பதிவறையே ஆகும்.

9.5.1 பெயரும் பதிவறையை நான்கு வழிகளில் பிரிக்கலாம்

(i) தொடர் உள்ளீடு-தொடர் வெளியீடு (Serial in - Serial out)

(ii) தொடர் உள்ளீடு-இணை வெளியீடு (Serial in - Parallel out)

(iii) இணை உள்ளீடு-இணை வெளியீடு(Parallel in - Parallel out)

(iv) இணை உள்ளீடு-தொடர் வெளியீடு (Parallel in - Serial out)

முன் குறிப்பிட்ட பெயரும் பதிவறை முறைகள் அனைத்தும் படம்.9.9 –ல் காட்டப்பட்டுள்ளன.

9.5.2.தொடர் உள்ளீடு - தொடர் வெளியீடு பெயரும் பதிவி(SISO)

இம்முறையில்

(i) செய்திக்கூறு நிரப்பும் வசதி இல்லை.

(ii) Q_1 வெளியீடு மட்டும் படிக்க முடியும்.

(iii) உள்ளீடு முனை D_5.

(iv) வெளியீடு முனை Q_1.

செய்திக் கூறு 00101 ஐ பதிவறையில் பதிவு செய்வதாகக் கொள்வோம். முதலில் பதிவறையைப் பின்னடைவு செய்ய வேண்டும் பிறகு,

		Q_5	Q_4	Q_3	Q_2	Q_1
உள்ளீடு $D_5=1$ நேரத் துடிப்பை கொடுக்க வெளியீடு	=	1	0	0	0	0
உள்ளீடு $D_5=0$ நேரத் துடிப்பை கொடுக்க வெளியீடு	=	0	1	0	0	0
உள்ளீடு $D_5=1$ நேரத் துடிப்பை கொடுக்க வெளியீடு	=	1	0	1	0	0
உள்ளீடு $D_5=0$ நேரத் துடிப்பை கொடுக்க வெளியீடு	=	0	1	0	1	0
உள்ளீடு $D_5=0$ நேரத் துடிப்பை கொடுக்க வெளியீடு	=	0	0	1	0	1

இப்போது செய்திக்கூறுகளைப் படிப்பதற்கு நான்கு கடிகார துடிப்புகளை அடுத்தடுத்துக் கொடுக்க வேண்டும்.

இப்போது செய்திக்கூறு தொடராக Q_1வெளியீட்டில் வெளிப்படும்.

முதல் துடிப்பு கொடுப்பதற்கு முன் $Q_1 = 1$

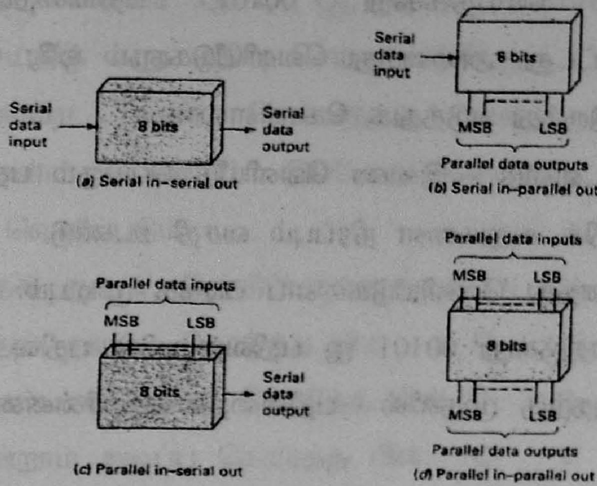
முதல் துடிப்பின் கடைசியில் $Q_1 = 0$

இரண்டாம் துடிப்பிற்குப் பின் $Q_1 = 1$

மூன்றாம் துடிப்பிற்குப் பின் $Q_1 = 0$

நான்காம் துடிப்பிற்குப் பின் $Q_1 = 0$

இவ்வாறு தொடர் உள்ளீடு மற்றும் தொடர் வெளியீட்டில் அமைக்கப்பட்டுள்ளச் செய்திக்கூறு 00101 ஆகும். இது படம் 9.9-ல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.



படம்.9.9

9.5.3. தொடர் உள்ளீடு - இணை வெளியீடு பெயரும் பதிவி(SIPO)

இம்முறையில்

(i) செய்திக்கூறை நிரப்பும் வசதி இல்லை.

(ii) அனைத்து வெளியீடுகளும் பயன்படுகிறது.

(iii) உள்ளீடு முனை.

செய்திக்கூறு 00101 யை பதிவறையில் பதிவு செய்வதாகக் கொள்வோம். முதலில் பதிவறையைப் பின்னடைவுச் செய்ய வேண்டும்.

பிறகு

		Q_5	Q_4	Q_3	Q_2	Q_1
உள்ளீடு $D_5=1$ நேரத்துடிப்பைக் கொடுக்க	வெளியீடு =	1	0	0	0	0
உள்ளீடு $D_5=0$ நேரத்துடிப்பைக் கொடுக்க	வெளியீடு =	0	1	0	0	0
உள்ளீடு $D_5=1$ நேரத்துடிப்பைக் கொடுக்க	வெளியீடு =	1	0	1	0	0
உள்ளீடு $D_5=0$ நேரத்துடிப்பைக் கொடுக்க	வெளியீடு =	0	1	0	1	0
உள்ளீடு $D_5=0$ நேரத் துடிப்பைக் கொடுக்க	வெளியீடு =	0	0	1	0	1

இப்போது செய்திக்கூறு 00101 பதிவறையில் பதிவு செய்யப்பட்டு விட்டது. அனைத்து வெளியீடுகளும் ஒரே நேரத்தில் Q_5 Q_4 Q_3 Q_2 Q_1-ல் இருந்து எடுத்துக் கொள்ளலாம்.

9.5.4. இணை உள்ளீடு - இணை வெளியீடு பெயரும் பதிவி(PIPO)

(i) செய்திக் கூறுகளை நிரப்பும் வசதி உண்டு.

(ii) அனைத்து வெளியீடுகளைப் படிக்க முடியும்.

(iii) செய்திக்கூறு 00101 ஐ பதிவறையில் பதிவு செய்வதாகக் கொள்வோம். இதற்கு முதலில் பதிவறையைப் பின்னடைவுச் செய்ய வேண்டும்.

பிறகு செய்திக் கூறை P_5, P_4, P_3, P_2, P_1 (=10101) முனைகளில் அடைவு செய்ய வேண்டும். பிறகு நிரப்பு வரியை மிகச் சிறிய நேரத்திற்கு உயர்வு (+5V)-க்கு கொண்டு சென்று பின் தாழ்விற்குத் திருப்ப வேண்டும். இப்போது நிலைமாறிகள் FF_3 மற்றும் FF_1 அடைவு ஆகி இருக்கும். எனவே Q_5, Q_4, Q_3, Q_2, Q_1= 00101 ஆகும். இந்த வகையில் செய்திக் கூறுகள் பதிவு செய்யப்படுகின்றன. அனைத்து வெளியீடுகளும் ஒரே நேரத்தில் Q_5, Q_4, Q_3, Q_2, Q_1-லிருந்து எடுத்துக் கொள்ளலாம்.

9.5.5.இணை உள்ளீடு - தொடர் வெளியீடு பெயரும் பதிவி(PISO)

இம்முறையில்

(i) செய்திக் கூறை நிரப்பும் வசதி உண்டு.

(ii) வெளியீடு Q_1-ல் மட்டும் படிக்கப்படுகிறது.

செய்திக் கூறு 00101 யைப் பதிவறையில் பதிவு செய்வதாகக் கொள்வோம். இதற்காக முதலில் பதிவறையைப் பின்னடைவு செய்ய வேண்டும். பிறகு செய்திக் கூற்று முதலில் பதிவறையைப் பின்னடைவுச் செய்ய வேண்டும். P_5, P_4, P_3, P_2, P_1 (=00101) முனைகளில் அடைவு செய்ய வேண்டும். பிறகு நிரப்பு வரியை மிகச் சிறிய நேரத்திற்கு உயர்வு +5V-க்குக் கொண்டு சென்று பின் தாழ்விற்குத் திருப்ப வேண்டும். இப்போது நிலைமாறிகள் FF_3 மற்றும் FF_1 அடைவு

ஆகி இருக்கும். எனவே Q_5, Q_4, Q_3, Q_2, Q_1 (= 00101) ஆகும். இந்த வகையில் செய்திக் கூறு பதிவு செய்யப்படுகிறது.

செய்திக்கூறை படிக்க செய்வதற்கு நான்கு நேரத்துடிப்புகள் எடுத்துக் கொள்ள வேண்டும். இப்போது செய்திக் கூறு தொடராக வெளியீட்டில் வெளிப்படும்.

முதல் துடிப்பு கொடுப்பதற்கு முன் $Q_1 = 1$

முதல் துடிப்பு கொடுத்த பின் $Q_1 = 0$

இரண்டாம் துடிப்பு கொடுத்த பின் $Q_1 = 1$

மூன்றாம் துடிப்பு கொடுத்த பின் $Q_1 = 0$

நான்காம் துடிப்பு கொடுத்த பின் $Q_1 = 0$

இவ்வாறு செய்திக் கூறானது (00101) தொடர் அமைப்பாக உள்ளது.

9.6 பெயர்வுப் பதிவிகளின் பயன்பாடுகள் (Applications of shift registers)

பெயர்வு பதிவிகளின் முதன்மைப் பயன்பாடுகள் தற்காலிக தகவல் சேமிப்பான்கள் மற்றும் அலகினை திறனுடன் கையாளுவதாகும். சில பொதுவான பயன்பாடுகளை இங்கு காணலாம்.

9.6.1.தாமத வரி (delay line)

ஒரு SISO பெயர்வு பதிவியானது கால தாமதம் Δt எண்ணிலக்க சைகையில் அறிமுகப்படுத்தப்படுகிறது.

$$\Delta t = N \times \frac{1}{f_c}$$

இங்கு N என்பது நிலைகளின் எண்ணிக்கையாகும் மேலும் f_c என்பது கால அலைவரிசையாகும்.

ஓர் உள்ளீட்டுத் துடிப்பு தொடர் Δt கால தாமதத்துடன் வெளியீட்டில் காட்டப்படும். காலதாமதத்தின் அளவுகளைக் கால அலைவரிசையைக் கொண்டு கட்டுப்படுத்தலாம். அல்லது தேவைக்கேற்ப பெயர்வுப் பதிவியில் நிலை மாறிகளைப் பயன்படுத்தலாம்.

9.6.2.வரிசை இணை மாற்றிகள் (Serial –to- Parallel converter)

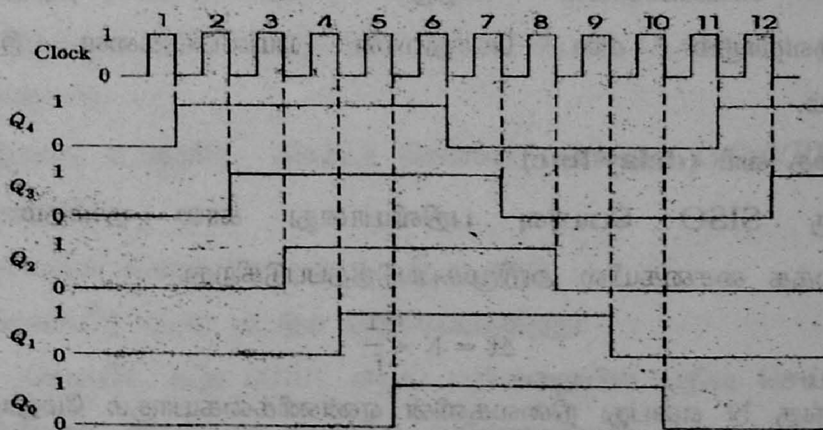
வரிசை அமைப்பிலான தகவல்களை இணை அமைப்பிலான தகவல்களாக மாற்றுவதற்கு ஒரு SIPO பெயர்வு பதிவு பயன்படுத்தப்படுகிறது.

9.6.3.இணை – வரிசை மாற்றிகள்

இணை அமைப்பிலான தகவல்களை வரி அமைப்பிற்கு மாற்றுவதற்கு PISO பெயர்வு பதிவு பயன்படுத்தப்படுகிறது.

9.6.4. வளை எண்ணி (Ring counters)

வரிசை அமைப்பிலான Q_0 வெளியீட்டைப் பெயர்வுப் பதிவீட்டின் உள்ளீடாக கொடுக்கப்படுகிறது. பிறகு உட்செலுத்ததல் முறையில் உள்செலுத்திச் சுழற்சி முறையில் நிலைக்கச் செய்யலாம். இவ்வாறான சுற்று வளைச்சுற்று என்று அழைக்கப்படும். துடிப்பு மதிப்பு 00001 என்ற இணை வடிவிலான உட்செலுத்தும்போது நிலைமாறிகளால் நீக்கப்படுகின்றன.



படம்.9.10

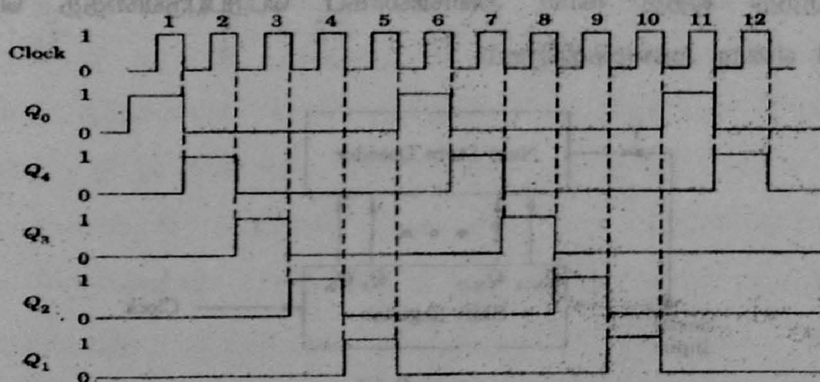
காலத்துடிப்புகள் கொடுக்கும்போது, இந்த 1வளைச்சுற்றில் முழுவதும் சுழல்கிறது. Q வெளியீட்டின் அலைவடிவம் படம் 9.10-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது. வெளியீடுகள் தொடர் நேர்ப்பொருந்தாத துடிப்புகளாக எண்ணிகளில் கட்டுப்பாட்டு நிலையாகப்

பயன்படுகிறது, இதற்காக அடுக்கு உந்து (அடுத்தடுத்து சுழலச்செய்ய) ஒன்றானது தொடர் துடிப்புகள் கொடுத்து சுழலச்செய்து ஒரு நிலையிலிருந்து மற்றொரு நிலைக்குச் செலுத்தப்பயன்படுகிறது.

இந்த வளைச் சுற்றுகள் எண்ணிகளின் துடிப்புகளை எண்ணுவதற்குப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. எண்ணிகளை எண்ணி எந்த நிலைமாறி 1 என்ற நிலையில் இருக்கிறது என்பதை குறித்துக்கொள்ளும். குறிவிளக்கச் சுற்று தேவையில்லை. ஒரு துடிப்பு வெளியீட்டில் பயன்படுததி N கால துடிப்புகள் வரி இருக்கிறது. இவ்வகையான சுற்று ஒரு divide – by- N எண்ணி அல்லது N:1 அலகியாகும்.

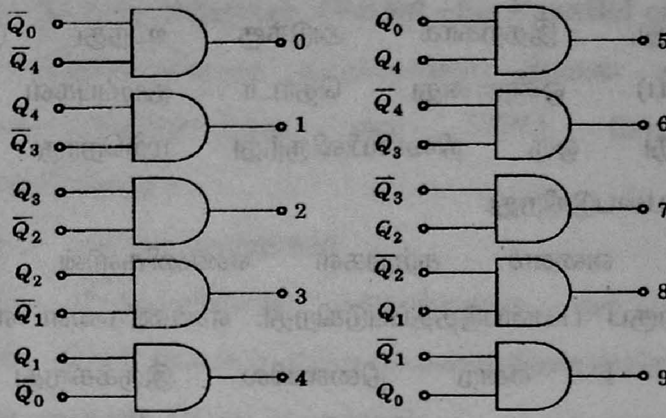
9.6.5.சுழற்சி- வளை எண்ணி (Twisted – Ring Counter)

பெயர்வுப் பதிவியில் $\overline{Q}$ தொடர் உள்ளீட்டுடன் இணைக்கும்போது, கிடைக்கும் சுற்றானது சுழற்சி – வளை



படம்.9.11

அல்லது ஜான்சன், மோபியஸ் (moebius) எண்ணிகள் ஆகும். நிலைமாறிகளில் காலத்துடிப்புகளைச் செலுத்தும்போது வெளியில் சதுர அலைவடிவம் Qல் வெளிப்படுவதைப் படம் 9.11-ல் காட்டுகின்றது. வளை – எண்ணியைப் போல மோபியஸ் தொடரியானது எண்ணிகளைக் கட்டுப்படுத்த பயன்படுகிறது.



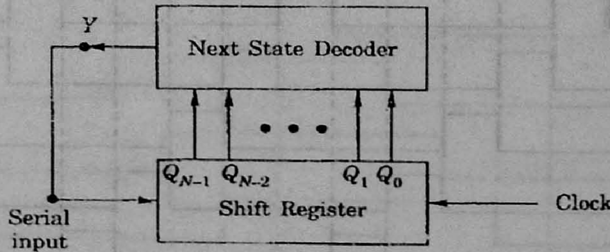
படம்.9.12

இவ்வகை பன்முக கால உருவாக்கத்தில் பயன்படுகிறது. இம்முறை படம் 9.12-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

மோபியஸ் எண்ணியானது divide-by-2N எண்ணியாக பயன்படுகிறது.

9.6.6.தொடர் இயற்றி (Sequence Generator)

ஒரு சுற்றுப்படத்தை ஒரு குறிப்பிட்ட தொடர் அலகுகளைப் பயன்படுத்தி ஒத்த கால அளவிலாகப் பெறப்படுவதைத் தொடர் இயற்றி என்று அழைக்கிறோம்.



படம்.9.13

தொடர் இயற்றிகளை 1) எண்ணிகள், 2)சீரிலா அலகு இயக்கிகள், 3) குறிப்பிட்ட கால மற்றும் தொடர் இயக்கிகள் 4) குறியீடு இயக்கிகள் எனப் பிரிக்கலாம்.

அடிப்படைத் தொடர் இயக்கிப் படம் 9.13ல் காட்டப்பட்டுள்ளது இந்த அமைப்பானது வளை எண்ணி மற்றும் சுழற்சி – வளை எண்ணியைப் போன்றதேயாகும்.

கேள்விகள் :

1. தற் காலிக நினைவகங்கள் என்றால் என்ன?
2. தா ங்கிப் பதிவிகள் என்றால் என்ன?
3. பதிவிகள் பற்றி விளக்குக.
4. பெய ர்ப் பதிவுகள் பற்றி விளக்குக.
5. தொ டர் பெயரும் பதிவேடு பற்றி விளக்குக.
6. இடப் பெய ர்வுப் பதிவி பற்றி விளக்குக.
7. வலப் பெயர்வுப் பதிவி பற்றி விளக்குக.
8. பெய ர்வுப் பதிவிகளின் பயன்பாடுகள் யாவை?
9. சுழ ற்சி- வளை எண்ணி என்றால் என்ன?
10. தொடர் இயற்றியை விளக்குக.

இயல் – 10

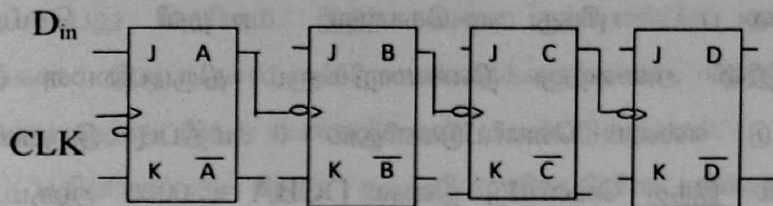
எண்ணிகள் (Counters)

10.1 இரண்டடிமான அலை எண்ணிக்கை(Binary Ripple counters)

நேரத் துடிப்பு போன்ற உள்ளீடு துடிப்புகள் சுற்று ஒன்றிற்குக் கொடுக்கப்படும்போது ஒரு குறிப்பிட்ட செயல்முறைகளை அச்சுற்று செய்யுமேயானால், அச்சுற்றை 'எண்ணி (counter)' என்பர். இரண்டடிமான வரிசைச் செயல்முறையைப் பின்பற்றுவதனால் இவ்வகை எண்ணிகளை 'இரண்டடிமான எண்ணிகள் (Binary counters)' என்பர். இரண்டடிமான அலை எண்ணி முறை (Binary Ripple Counter), எண்ணிகளில் மிகவும் எளிதான ஒன்றாகும்.

நான்கு நிலைமாறிகளைத் தொடராக இணைத்து அலை எண்ணியைப் பெறுவதற்கானச் சுற்றுப்படம் 10.1-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது. படத்தில் காட்டியுள்ளவாறு, ஒவ்வொரு நிலைமாறியின் வெளியீடும் அடுத்தற்கு நேரத் துடிப்பு உள்ளீடாகக் கொடுக்கப்பட்டிருக்கிறது. மிகக் குறைந்த மதிப்பு இரண்டடிமான எண்களை எண்ணும் நிலைமாறிக்கு நேரச் சைகைகள் எனப்படும். சதுர வடிவ அலைகள் உள்ளீடாகக் கொடுக்கப்பட்டு, நிலைமாறி செயல்படுகின்றது. A நிலைமாறியின் வெளியீடு B நிலைமாறியைச் செயல்படத் தூண்டுகிறது. இதேபோல் B-யின் வெளியீடு C-யையும், C-யின் வெளியீடு, D-யையும் செயல்படத் தூண்டுகின்றன. அனைத்து நிலைமாறிகளின் J மற்றும் K உள்ளீடுகள் பெரும் மதிப்பைப் J=1, K=1 பெற்றிருக்குமாறு +Vcc யுடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கும். நிலைமாறிகளின் நேரத் துடிப்பு உள்ளீடுகளில் உள்ள சிறிய வட்டமானது நிலைமாறிகள் நேரத் துடிப்பு உள்ளீட்டின் எதிர் முனையின்போது தாவும் நிலையினால் நிலை மாறுவதைக் குறிப்பிடுகின்றது. ஒரு நிலைமாறியின் வெளியீடு அதற்கடுத்துள்ள நிலைமாறியைச் செயல்படத் தூண்டுவதால்

இவ்வகை எண்ணிகளை 'அலை எண்ணி' அல்லது 'ஒரே நேரச் செயல்பாடற்ற (Asynchronous) எண்ணி' என்பர்.



படம் 10.1

காலத் துடிப்பு	D	C	B	A
0	0	0	0	0
1	0	0	0	1
2	0	0	1	0
3	0	0	1	1
4	0	1	0	0
5	0	1	0	1
6	0	1	1	0
7	0	1	1	1
8	1	0	0	0
9	1	0	0	1
10	1	0	1	0
11	1	0	1	1
10	1	1	0	0
13	1	1	0	1
14	1	1	1	0
15	1	1	1	1

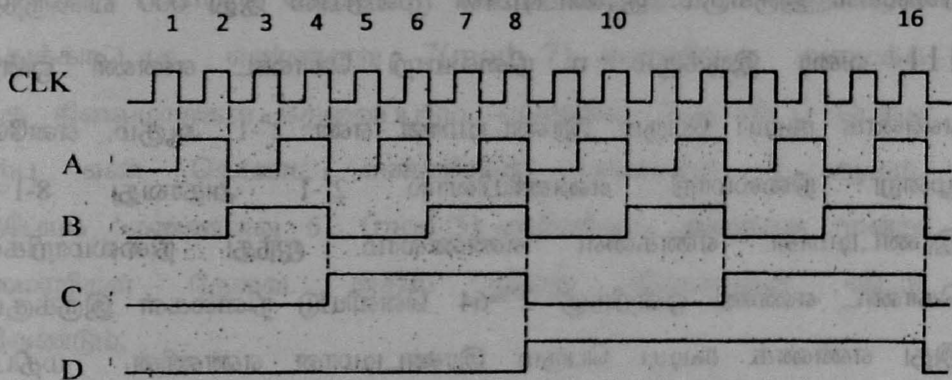
அட்டவணை 10.1

அட்டவணை 10.1 நான்கு இலக்க இரண்டடிமான அலை எண்ணிக்கை வரிசையைத் தருகின்றது. இது அலை எண்ணியின் செயல்பாட்டைப் புரிந்து கொள்ள உதவி செய்கிறது. தொடக்கத்தில் அனைத்து நிலைமாறிகளும் திரும்பமைவு (reset) செய்யப்பட்டு எல்லா வெளியீடுகளிலும் 0 மதிப்பு இருப்பதாகக் கொள்வோம். இந்த வெளியீடு நிலை DCBA = 0000 ஆகும். இது அட்டவணையில் முதல் வரியைக் குறிக்கும். முதல் நேரத் துடிப்பு A நிலைமாறியை அடையும் போது நேரத்துடிப்பின் எதிர் முனையின் போது அது தன் நிலையை மாற்றிக் கொள்ளும். எனவே முதல் நேரத்துடிப்பின் முடிவில் வெளியீடு நிலை DCBA = 0001 ஆக இருக்கும். இது அட்டவணையில் இரண்டாவது வரியாகும். 0-விலிருந்து 1-க்கு மாறும் A நிலைமாறியின் வெளியீடு B-நிலைமாறிக்குக் கொடுக்கப்படுவதால் B-யின் நிலையில் மாற்றம் ஏதும் இருப்பதில்லை.

இரண்டாவது நேரத் துடிப்பு A-ன் உள்ளீட்டை அடையும்போது, நேரத் துடிப்பின் எதிர் முனைக்கு A-யின் வெளியீடு 1-லிருந்து 0-க்கு மாறும். A-யின் வெளியீட்டில் ஏற்படும் இந்த மாற்றம் B-க்கு நேரத் துடிப்பாகக் கொடுக்கப்படுவதால், B-யின் வெளியீடு 0-விலிருந்து 1-க்கு C-யில் எந்தவித மாற்றமும் இருப்பதில்லை. இரண்டாவது நேரத் துடிப்பின் முடிவில், வெளியீடு நிலை DCBA = 0010 ஆக இருக்கும். மூன்றாவது நேரத் துடிப்பின் முடிவில் Aயின் வெளியீடு 0-விலிருந்து 1-ஆக மாறும். இந்த மாற்றம் B-ஐ பாதிப்பதில்லை. எனவே வெளியீடு நிலை DCBA = 0100-ஆக இருக்கும். இது அட்டவணையின் ஐந்தாவது வரிசையாகும். அலை எண்ணியிலுள்ள நிலைமாறிகளின் வெளியீடு, நேரத் துடிப்பு எண்ணிக்கையின் இரண்டடிமான எண்களுக்குச் சமமாக இருப்பது அட்டவணையிலிருந்து தெளிவாகிறது. மேலும்

அலை எண்ணியின் செயல்பாட்டைப் பகுப்பாய்வு செய்தால், அலை எண்ணியின் வெளியீடு நிலைகள் அட்டவணை 10.1 உடன் ஒத்திருப்பது தெரியும். இந்த அலை எண்ணியில் நான்கு நிலை மாறிகள் இருப்பதால் 15 எண்ணிக்கையுள்ள நேரத்துடிப்புகளை எண்ணுவதற்கு இந்த எண்ணியைப் பயன்படுத்தலாம்.

பதினாறாவது நேரத் துடிப்பின் இறுதியில் எண்ணி முழுவதும் திரும்பமைவாகி எண்ணியின் எண்ணிக்கை வரிசை முழுவதும் திரும்பவும் நடைபெறும்.



படம் 10.2

அலை எண்ணியிலுள்ள நிலைமாறி ஒவ்வொன்றின் வெளியீட்டையும், நேரத் துடிப்பின் அலை வடிவங்களையும் படம் 10.2 காட்டுகின்றது. A-நிலைமாறியின வெளியீட்டில் பெறப்படும் அலையின் எண்ணிக்கை துடிப்பின் எண்ணிக்கையில் பாதியாக இருக்கும். இதேபோல் B-யின் வெளியீட்டில் அலையின் எண்ணிக்கை நான்கில் ஒரு பங்காகவும், C-யின் வெளியீட்டில் எட்டில் ஒரு பங்காகவும், D-யின் வெளியீட்டில் பதினாறில் ஒரு பங்காகவும் இருக்கும். இவை அலை எண்ணியானது நேரத் துடிப்பு அலையின் அதிர்வெண்ணை வகுப்பது போலிருக்கிறது. ஒவ்வொரு நிலைமாறியும் நேரத் துடிப்பு அலையின் அதிர்வெண்ணை 2-ஆல் வகுக்கும். இதனால் நிலைமாறி ஒன்று சில நேரங்களில் இரண்டால் வகுக்கும் எண்ணி என்றும் அழைக்கப்படும். ஓர் அலை எண்ணியில்

n நிலைமாறிகள் இருந்தால் நேரத் துடிப்பின் அதிர்வெண் 2^n ஆல் வகுபடும்.

10.1.1.எண்ணியின் நிலைகள்

நிலைமாறி ஒன்றிற்கு 2 வெளியீடு நிலை அல்லது நிபந்தனைகள் உள்ளன. n நிலைமாறிகள் தொடராக இணைக்கப்பட்டிருந்தால் 2^n வெளியீடு நிலைகள் இருக்கும். மூன்று நிலைமாறிகள் கொண்ட எண்ணி ஒன்றிற்கு $2^3=8$ வெளியீடு நிலைகள் இருக்கும். இரண்டடிமான முறையில் இது 000 விலிருந்து 111 வரை இருக்கும். n நிலைமாறி கொண்ட எண்ணி ஒன்று எண்ணக் கூடிய பெரும இரண்டடிமான எண் 2^n-1 ஆகும். எனவே, மூன்று நிலைமாறி எண்ணியினால் 2^3-1 அதாவது 8-1=7 இரண்டடிமான எண்களை எண்ணலாம். ஐந்து நிலைமாறிகள் கொண்ட எண்ணி ஒன்றிற்கு $2^5=64$ வெளியீடு நிலைகள் இருக்கும். இது எண்ணக் கூடிய பெரும இரண்டடிமான எண்ணின் மதிப்பு $2^5-1= 64 - 1= 63$ ஆக இருக்கும்.

10.2. எண்ணி ஒன்றின் எண்ணளவு (Modulus of a Counter)

எண்ணி ஒன்று எண்ணக்கூடிய நிலைகள் அல்லது நிபந்தனைகளின் மொத்த எண்ணிக்கையே அந்த எண்ணியின் எண்ணளவு (Modulus of a Counter) எனப்படும். n நிலைமாறிகள் கொண்ட எண்ணி ஒன்று எண்ணக்கூடிய மொத்த நிலைகளின் எண்ணிக்கை 2^n ஆகும். இந்த எண்ணி 2^n 'இயல்பு எண்ணிக்கை (natural count)' உடையதாகக் கருதப்படும். மூன்று நிலைமாறிகள் கொண்ட எண்ணி ஒன்று 2^3 அல்லது 8 நிலைகளை எண்ண முடியும், எனவே இதை 'எண்ணளவு 8 எண்ணி (mod 8)' என்பர். இதேபோல், எண்ணளவு 16 (mod 16) எண்ணியில் நான்கு நிலைமாறிகள் இருக்கும்.

10.3 மாற்றியமைக்கப்பட்ட எண்ணிக்கை மற்றும் விடுபட்ட நிலை

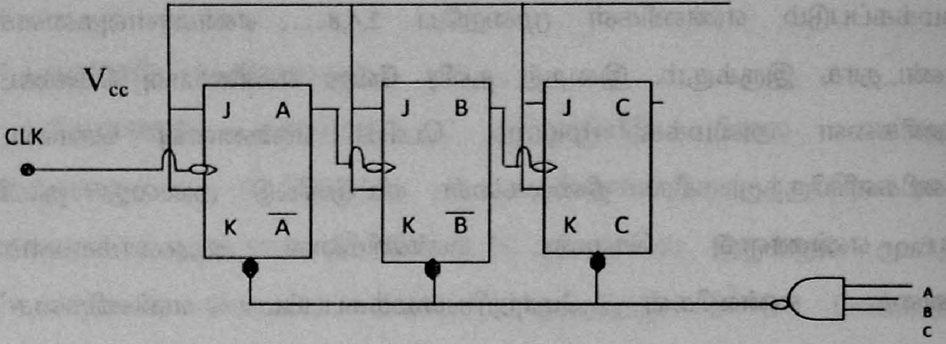
ஒன்று, இரண்டு, மூன்று... நிலைமாறிகளைக் கொண்டு அமைக்கப்படும் எண்ணிகள் முறையே 2,4,8.... எண்ணளவுகளைக் கொண்டதாக இருக்கும். இதைத் தவிர வேறு எண்ணளவு கொண்ட எண்ணிகளை அமைக்க முடியும். பெரிய எண்ணளவு கொண்ட எண்ணிகளிலிருந்து சில நிலைகளை விட்டுவிட்டு அல்லது தாவி சிறிய எண்ணளவு கொண்ட எண்ணிகளை உருவாக்கலாம். இவ்வகை எண்ணிகள் 'மாற்றியமைக்கப்பட்ட எண்ணிக்கை' (Modified count) கொண்ட எண்ணிகளாகக் கருதப்படும். எடுத்துக்காட்டாக, எண்ணளவு 7(mod 7) எண்ணியை அமைக்க நான்கு நிலைமாறிகள் தேவைப்படும். ஏனெனில், 7-ஐ விடப் பெரிய இயல்பு எண் கொண்ட எண்ணியின் எண்ணளவு 8 ஆகும். இதேபோல் 'எண்ணளவு 5' (mod 5) எண்ணியை அமைக்க மூன்று நிலைமாறிகள் தேவை. இதில் மூன்று நிலைகளை விட்டு விடவேண்டும்.

மூன்று நிலைமாறிகள் கொண்டு அமைக்கப்படும் எண்ணி ஒன்று 000 முதல் 111 வரையுள்ள எட்டு நிலைகளை எண்ண முடியும். எண்ணளவு 7 (mod 7) எண்ணி ஒன்றை இதிலிருந்து பெற ஏதாவது ஒரு நிலை விடப்பட வேண்டும். விடப்பட்ட நிலையை 'விடுபடு நிலை' (omitted state) என்பர். எண்ணளவு 6 எண்ணியைப் பெற இரண்டு நிலைகள் விடப்பட வேண்டும். எந்த நிலைகள் விடப்பட வேண்டும் என்பதைச் சுற்றின் அமைப்பு முறைதான் நிர்ணயிக்கும்.

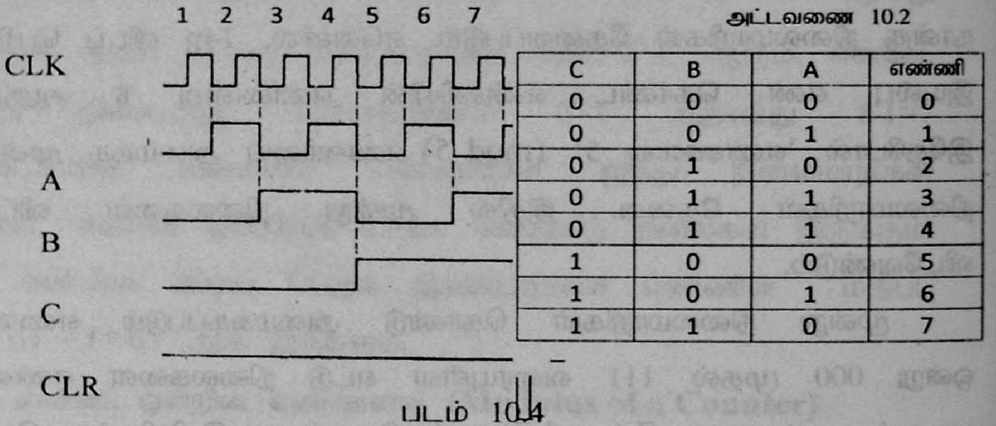
10.4. பின்னூட்டமுடைய ஒரே நேரச் செயல்பாடற்ற எண்ணிகள் (Asynchronous counters with feedback)

மூன்று நிலைமாறிகளைக் கொண்டு வடிவமைக்கப்படும் இரண்டடிமான அலை எண்ணி ஒன்றுக்கு 8 இயல்பு

எண்ணிக்கைகள் உண்டு, அதாவது, எண்ணியானது 8 நிலைகளை எண்ணக் கூடியதாகும்.



படம். 10.3



அட்டவணை 10.2

C	B	A	எண்ணி
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	2
0	1	1	3
0	1	1	4
1	0	0	5
1	0	1	6
1	1	0	7

படம் 10.4

இதில் ஒரு நிலையைத் தவிர்ப்பதன் மூலம் இந்த எண்ணியை எண்ணளவு 7 (mod 7) எண்ணியாக மாற்றலாம். எண்ணி ஒன்று எண்ணிக்களை எண்ணாமல் தவிர்க்க அல்லது தாவப் பின்னூட்டாகக் அதற்கு முன்புள்ள நிலைமாறிகளுக்குப் பின்னூட்டமாகக் கொடுக்கப்படுவதன் மூலம் எண்ணிச் சில நிலைகளைத் தாவுமாறு அல்லது எண்ணாமல் நேரிடையாக அடுத்த நிலைக்குச் செல்லுமாறு செய்யலாம். இவற்றைப் பினனூட்டமுடைய ஒரே நேரச் செயல்பாடற்ற எண்ணிகள் (asynchronous counters with feedback) என அழைக்கலாம்.

எண்ணளவு 8 எண்ணி ஒன்றில் நிலை 7 (111) ஐ விட்டுவிடுவதன் மூலம். இதை எண்ணளவு 7 எண்ணியாக

மாற்றலாம், ஏனெனில், எண்ணளவு 8 எண்ணியில் நிலை 7 ஒரே ஒரு முறை மட்டுமே வருகிறது. படம் 10.3-ல் எண்ணளவு 7 எண்ணி (mod 7) ஒன்றின் சுற்றுப்படம் காட்டப்பட்டுள்ளது. இதில் A,B மற்றும் C நிலைமாறிகளின் வெளியீடுகள் ஓர் எதிர்ம உம்மிணைக் கதவுக்கு உள்ளீடாகக் கொடுக்கப்பட்டிருக்கின்றன. A=B=C=1 எனும்போது மட்டுமே எதிர்மறை உம்மிணைக் கதவின் வெளியீடு சிறும (0) நிலையை அடைகிறது. எதிர்ம உம்மிணைக் கதவின் இந்த வெளியீடு எல்லா நிலைமாறிகளின் வெளியீடுகளும் 0 நிலைக்குத் திரும்பும். நிலை 7ல் மிகக் குறுகிய நேரம் மட்டுமே இந்த நிலைமாறி இருப்பதால் இந்நிலையை எண்ணி, தாவுவதாக அல்லது எண்ணாமல் விட்டதாகக் கொள்ளலாம். படம் 10.3 எண்ணளவு 7 எண்ணியின் வெளியீடு அட்டவணை 10.2-ஐயும் இதன் அலை வடிவங்களையும் தருகின்றன.

எண்ணளவு 6 (mod 6) எண்ணி ஒன்றில் எண்ணளவு 8 எண்ணியிலிருந்து பெற இரண்டு நிலைகள் விடுபட வேண்டும். எண்ணளவு 8 எண்ணி நிலை 6-ஐ அடையும்போது எல்லா நிலைமாறிகளும் 0 நிலையை அடையுமாறு செய்தால் நிலை 6 மற்றும் நிலை 7 எண்ணிக்கைகள் எண்ணாமல் தாவப்படும். படம் 10.3-ல் உள்ள எதிர்மறை உம்மிணைக் கதவின் உள்ளீடாகத் A, B மற்றும் C உள்ளீடுகளைக் கொடுத்து வெளியீட்டைப் பெறுவதன் மூலம் எண்ணளவு 6 எண்ணியைப் பெறலாம்.

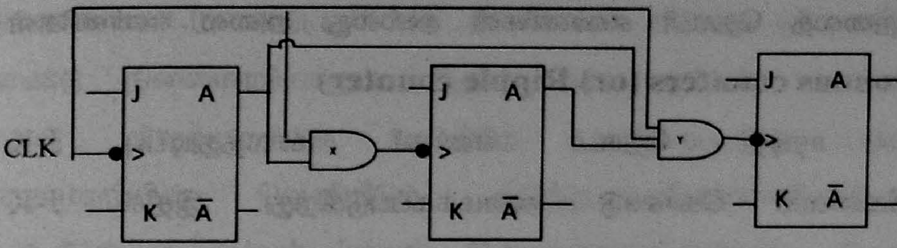
10.5. இணை எண்ணி (Parallel counter)

இணை எண்ணியை (Parallel counter) 'ஒரே நேரச் செயல்பாடுடைய எண்ணி' (Synchronous counter) என்றும் அழைக்கலாம். அலை எண்ணிகளில் ஒரு நிலைமாறியின் வெளியீடு மற்ற நிலைமாறிக்கு நேரத் துடிப்பு உள்ளீடாகக் கொடுக்கப்படும். இதனால் எல்லா நிலைமாறிகளும் ஒரே நேரத்தில் நிலைகளை மாற்றிக் கொள்ளும். அலை எண்ணிகளின் மிக முக்கியக்

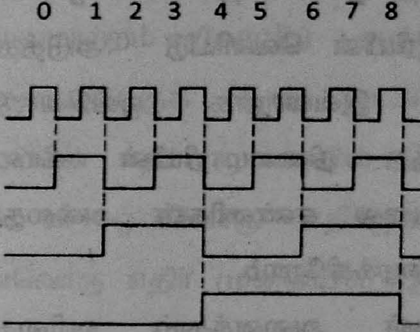
குறைபாடு, அவற்றின் குறைந்த மதிப்புடைய செயல்படும் அதிர்வெண்ணேயாகும். ஒவ்வொரு நிலை மாறியிலும் உள்ளீடு கொடுக்கப்பட்டு அது வெளியீட்டில் தோன்றுவதற்கு ஒரு குறிப்பிட்ட நேரம் தேவைப்படும். இதைத் 'தாமத நேரம்' (delay time) என்பர். அலை எண்ணியில் இந்தத் தாமத நேரங்கள் ஒன்றுடன் ஒன்று கூட்டப்படும். இந்த நேரம் எண்ணியின் செயல்படும் அதிர்வெண்ணை நிர்ணயிக்கின்றது. இணை எண்ணி ஒன்றில் இந்த தாமத நேரம் குறைக்கப்படுகிறது. இதனால் செயல்படும் அதிர்வெண் அதிகரிக்கின்றது. வெளியீட்டில் எட்டில் ஒரு பங்காகவும், D-யின் வெளியீட்டில் பதினாறில் ஒரு பங்காகவும் இருக்கும். இந்த அலை எண்ணியானது நேரத் துடிப்பு அலையின் அதிர்வெண்ணை வகுப்பது போல் இருக்கிறது. ஒவ்வொரு நிலைமாறியும் நேரத் துடிப்பு அலையின் அதிர்வெண்ணை 2-ஆல் வகுக்கும். இதனால் நிலைமாறி ஒன்று சில சந்தர்ப்பங்களில் இரண்டால் வகுக்க நேரிடும்.

10.6. எண்ணளவு 8 இணை இரண்டடிமான எண்ணி (MOD 8 Parallel binary counter)

எண்ணளவு 8 இணை இரண்டடிமான எண்ணியின் (MOD 8 Parallel binary counter) அமைப்பு முறையைப் படம் 10.5 காட்டுகின்றது. படம் 10.3 வெளியீடு அட்டவணையையும் படம் 10.6 அலைவடிவங்களையும் தருகின்றன. இச்சுற்றில் பயன்படுத்தப்-பட்டிருக்கும் நேரத்துடிப்புக்குச் செயல்படும் J-K நிலைமாறிகள், நேரத் துடிப்பின் எதிர் மின்னழுத்த முனையின்போது நிலைமாற்றமடையும், மேலும், J=K=1 என்றால் தாவும் நிலையால் நிலைமாற்றமடையும் மற்றும் நேரத்துடிப்பின்போது எதிர்முனைகளின் நிலைமாறி A தன் நிலையை மாற்றிக் கொள்ளும். உம்மிணைக் கதவு X உடன் நேரத் துடிப்பு மற்றும் Aயின் வெளியீடு இவையிரண்டும் பெருமமாக இருந்தால் X கதவின் வெளியீடு பெருமமாக இருக்கும்.



படம் 10.5



படம் 10.6

அட்டவணை 10.3

C	B	A	எண்ணி
0	0	0	0
0	0	0	1
0	1	1	2
0	1	1	3
1	0	0	4
1	0	0	5
1	1	1	6
1	1	1	7
0	0	0	0

இந்த வெளியீடு B நிலைமாறிக்கு நேரத் துடிப்பாகக் கொடுக்கப்படுகிறது. இரண்டு நேரத் துடிப்புகளின் முடிவில் X-ன் வெளியீடு 1லிருந்து 0விற்கு மாறும்போது B நிலைமாறி தாவும் நிலையினால் நிலையை மாற்றிக் கொள்ளும். உம்மிணைக் கதவு Yயுடன் நேரத் துடிப்பு A மற்றும் Bயின் வெளியீடுகள் உள்ளீடாகக் கொடுக்கப்பட்டிருக்கின்றன. இவை மூன்றும் பெருமமாக இருக்கும் போது Y-ன் வெளியீடு பெருமமாகும். நான்காவது நேரத் துடிப்பின் முடிவில் நிலைமாறி C, தன் நிலையை மாற்றிக் கொள்ளும். இது எண்ணளவு 8 வேலை செய்யும் விதத்தை விவரிக்கின்றது.

10.7. குற்றலைத் தொடர் எண்ணிகள் அல்லது அலை எண்ணிகள் (Asynchronous counters (or) Ripple counter)

ஒரு ஈரடித் தொடர் எண்ணி காலத்துடிப்பு J-K நிலைமாறிகளைக் கொண்டு அமைக்கப்படுகிறது. இதில் J-K நிலைமாறிகள் அருவி (cascade) முறையில் இணைக்கப்பட்டிருக்கும். காலத்துடிப்பானது முதல் நிலைமாறியினை ஓட்டி (drive) செய்யும். முதல் நிலைமாறியின் வெளியீடு அடுத்த நிலைமாறியினை ஓட்டச் செய்யும், பின்பு இரண்டாவது நிலைமாறியின் வெளியீடு அடுத்த நிலைமாறியினை ஓட்டச் செய்யும். இவ்வாறாக ஒவ்வொரு நிலைமாறியின் வெளியீடானது அடுத்த நிலைமாறியின் கால உள்ளீடாகப் பயன்படுத்தப்படுவதை **அலை எண்ணிகள் அல்லது குற்றலைத் தொடர் எண்ணிகள்** என அழைக்கிறோம்.

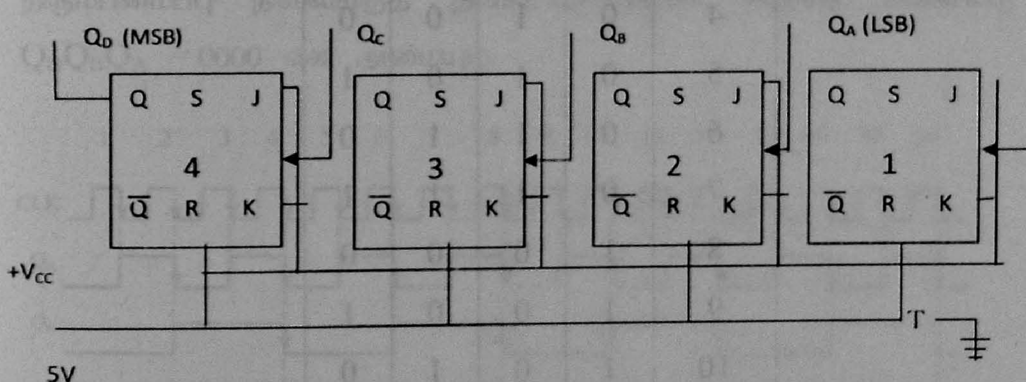
அலைஎண்ணிகளில் நிலைமாறிகள் அனைத்தும் வரிசை முறையில், அதாவது ஒன்றை அடுத்து ஒன்றாக வேலை செய்யும் விதத்தில் அமைக்கப்பட்டிருக்கும். எனவே இதனை வரிசை முறை எண்ணி எனவும் அழைப்பர். இதன் எண்ணும் வேகமானது மிகவும் குறைவு மேலும் இது மாறிலி அல்ல. இந்த எண்ணியில் முதல் நிலைமாறியானது இரண்டாவது நிலைமாறியினை முடுக்கிவிடுவதற்கு முன்பே இது மாற்றமடைகிறது. இதேபோல், இரண்டாவது நிலைமாறி மூன்றாவது நிலைமாறியினை முடுக்கி விடுவதற்கு முன்பே மாற்றத்தினை அடைகிறது. இவ்வாறாக நிலைமாறிகளின் வழியாக முடுக்கி துடிப்புகள் (trigger pulses) நகர்கின்றன. இது ஓர் எளிய மற்றும் நேரடியான செயல் முறையாகும்.

10.8 நான்கு அலகு உயர் அலை எண்ணி(Four bit Ripple up counter)

நான்கு அலகு ஈரடி அலை உயர் எண்ணியின் (Four bit Ripple up counter) அமைப்பு படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளது. இதில் நான்கு JKMS நிலைமாறிகள் அருவி முறையில்

இணைக்கப்பட்டுள்ளது. JKMS நிலைமாறி என்பது ஓர் எதிர்முனை தூண்டு நிலைமாறியாகும். இதில் கால (clock) உள்ளீடானது முதல் நிலைமாறிக்கு மட்டுமே அளிக்கப்படும். ஒவ்வொரு நிலைமாறியின் வெளியீடும் அடுத்த நிலைமாறியின் கால உள்ளீட்டுடன் (clock input) இணைக்கப்பட்டுள்ளது. இது படம் 10.7-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

ஒவ்வொரு கால துடிப்பின் எதிர்முனையிலும் Q_A வெளியீடு நிலைமாற்றம் (toggle) ஆகும். Q_A ன் வெளியீடு இரண்டாவது நிலைமாறிக்குக் கால உள்ளீடாக அமைவதால் Q_A காலத் துடிப்பின் எதிர் முனையில் Q_B நிலைமாற்றமாகும். இது போலவே Q_B ன் ஒவ்வொரு எதிர்முனையில் Q_C யும் மற்றும் Q_C ன் ஒவ்வொரு எதிர் முனையில் Q_D ம் மாற்றம் பெறும்.



படம்10.7

முதலில் அனைத்து நிலைமாறிகளும் திரும்ப அமைக்கும் நிலைக்கு, திரும்பமை இணைப்பைக் கொண்டு திரும்பமைப்பாகிவிடும்.

முதல் நிலைமாறியின் வெளியீடானது (Q_A) மீச்சிறு பொருள் நிறைவுள்ள அலகு (LSB) என்றும் நான்காவது நிலைமாறியின் வெளியீடு (Q_D) மீப்பெரு பொருள் நிறைவுள்ள அலகு எனவும்

அழைக்கப்படுகிறது. நிலைமாறி மேலும் திரும்பமைவு ஆனவுடன் வெளியீடானது $Q_DQ_CQ_BQ_A$ = 0000 என அமையும்.

அதன் பிறகு FF_1 க்கு கொடுக்கப்படும் ஒவ்வொரு காலத்துடிப்புடன் எதிர் முனையிலும் அத்துடன் கீழ்க்கண்டவாறு வெளியீடுகள் படம் 10.8-ல் கிடைக்கின்றன. இந்த வெளியீடுகள் $Q_DQ_CQ_BQ_A$ துடிப்பு எண்ணிக்கையின் ஈரடி சமானமாகும். இந்தச் செயல்பாடு அட்டவணை 10.4-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

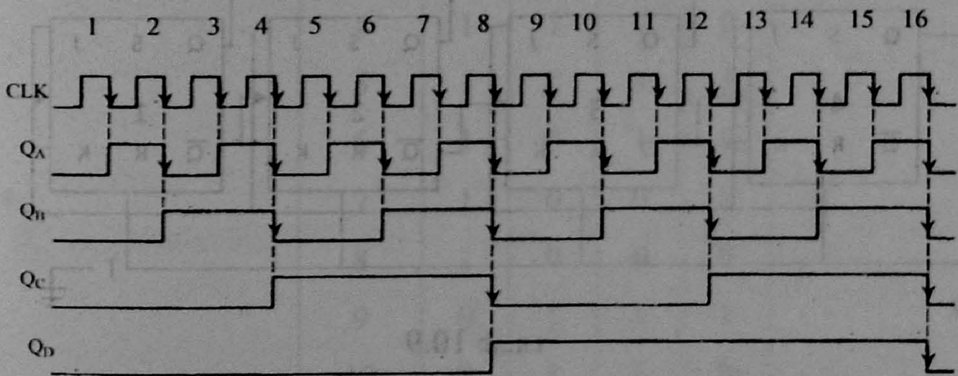
அட்டவணை 10.4

Reset	0	0	0	0
1	0	0	0	1
2	0	0	1	0
3	0	0	1	1
4	0	1	0	0
5	0	1	0	1
6	0	1	1	0
7	0	1	1	1
8	1	0	0	0
9	1	0	0	1
10	1	0	1	0
11	1	0	1	1
10	1	1	0	0
13	1	1	0	1
14	1	1	1	0
15	1	1	1	1
16	0	0	0	0

முதல் காலத் துடிப்பை அனுப்பும்போது காலத்தின் எதிர்முனையானது முதல் நிலைமாறியினை நிலைமாற்றம் செய்யும். எனவே வெளியீடானது $Q_DQ_CQ_BQ_A$ = 0001 என அமைகின்றது. இரண்டாவது காலத்துடிப்பில் முதல் நிலைமாறியின் வெளியீடு 1 லிருந்து 0 க்கு செல்கிறது. முதல் நிலைமாறியின் எதிர்முனை, இரண்டாவது நிலைமாறியினை நிலைமாற்றம் செய்வதால் வெளியீடானது $Q_DQ_CQ_BQ_A$ = 0010 என அமைகிறது.

இந்த வகையில் நான்கு அலகு ஈரடி எண்ணி நான்கு நிலைமாற்றிகளைப் பயன்படுத்தி செய்யலாம். நான்கு அலகு ஈரடி எண்ணி $2^4-1 = 16 - 1 = 15$ வரை எண்ணம் செய்யக்கூடியது.

15 -வது காலத் துடிப்பில் வெளியீடு $Q_D\ Q_C\ Q_B\ Q_A$ = 1111 அமைவதால், அடுத்த காலத் துடிப்பில் நிலைமாறிகள் அனைத்தும் திரும்பமைப்பு நிலைக்குத் தள்ளப்படுகின்றன. எனவே வெளியீடு $Q_DQ_BQ_A$ =0000 என அமையும்.

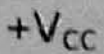


படம் 10.8

இவ்வாறாக நாம் 0000 லிருந்து 1111 வரை இந்த 4 அலகு ஈரடி அலை எண்ணியைப் பயன்படுத்தி, மேல்நோக்கு திசையில் எண்ணச் செய்வதால் இதனை "ஈரடி மேல் எண்ணி" என்று அழைக்கிறோம்.

10.9. நான்கு அலகு ஈரடி அலை கீழ் எண்ணி(Four bit binary ripple down counter)

ஒரு நான்கு அலகு ஈரடி அலை கீழ் எண்ணியின் (Four bit binary ripple down counter)அமைப்பு படம் 10.9-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது இது அலை மேல் எண்ணியின் அமைப்பினை ஒத்தது. ஆனால் காலத் துடிப்பு உள்ளீடு நிலைமாறி '1' க்கு கால உள்ளீடாகக் கொடுக்கப்படும். மேலும், $\overline{Q}$ (முதல் நிலைமாறியின் வெளியீடு) அடுத்த நிலைமாறியின் கால உள்ளீடாகவும், இரண்டாவது வெளியீடு $\overline{Q}$ ஆனது மூன்றாவது நிலைமாறியின் கால உள்ளீடுடனும் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. அதே போல் மூன்றாவது வெளியீடு $\overline{Q}$ நான்காவது நிலைமாறியின் கால உள்ளீட்டுடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கும். மேலும், $Q_DQ_CQ_BQ_A$ ஆகியவற்றிலிருந்து வெளியீடுகள் எடுக்கப்பட்டுள்ளது.



படம் 10.9

முதலில் அனைத்து நிலைமாறிகளும் திரும்ப அமைவு நிலைக்குக் கொண்டு வரப்படுகிறது. எனவே வெளியீடு $Q_DQ_CQ_BQ_A$ = 0000 ஆகும்.

முதல் காலத் துடிப்பு கொடுக்கும்போது முதல் காலத்தின் எதிர்முனையில் Q_A, 0 விலிருந்து '1' க்கும் $\overline{Q}$ 1-லிருந்து '0' விற்கும் நிலைமாற்றம் ஆகும். இவ்வாறு 0000-விலிருந்து 1111 ஆக மாறிவிடுகிறது.

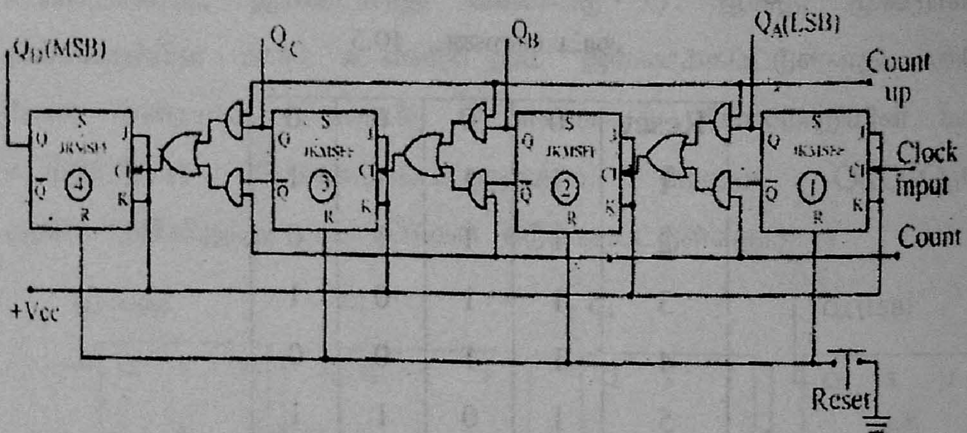
ஒவ்வொரு காலத்துடிப்பின் முடிவிலும் எண்ணியானது கீழ்புறத்திசையில் எண்ணுகிறது. எனவே 15-வது காலத் துடிப்பில் வெளியீடு $Q_DQ_CQ_BQ_A$ ஆனது 0001 என அமையும். 16 வது காலத்துடிப்பில் வெளியீடு $Q_DQ_CQ_BQ_A$ = 0000-க்கு செல்கிறது. இவ்வாறாக இந்த நான்கு அலகு ஈரடி எண்ணியில் 1111-ல் இருந்து 0000 வரை எண்ணுவதால் இதனை அலகு ஈரடி கீழ் நோக்கிஎண்ணி என்று அழைக்கிறோம். இதனுடைய மெய் அட்டவணை 10.5-லும் அலை வடிவம் படம் 10.10-லும் காட்டியுள்ளவாறு அமையும்.

அட்டவணை 10.5

Reset	0	0	0	0
1	1	1	1	1
2	1	1	1	0
3	1	1	0	1
4	1	1	0	0
5	1	0	1	1
6	1	0	1	0
7	1	0	0	1
8	1	0	0	0
9	0	1	1	1
10	0	1	1	0
11	0	1	0	1
10	0	1	0	0
13	0	0	1	1
14	0	0	1	0
15	0	0	0	1
16	0	0	0	0

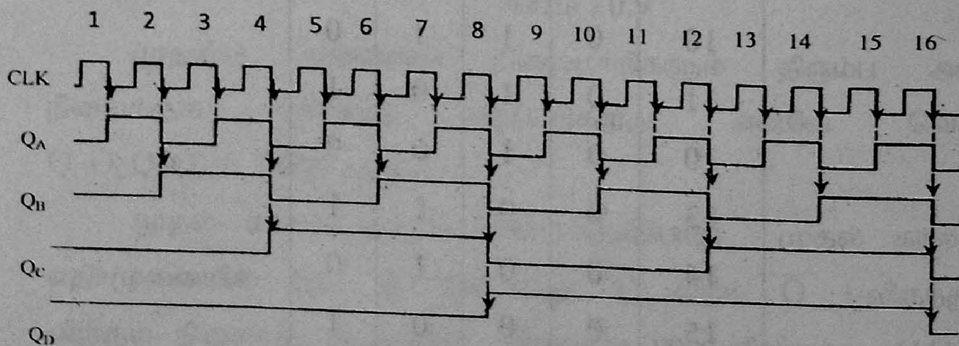
10.10.நான்கு அலகு ஈரடி அலை மேல்/கீழ் எண்ணி(Four bit binary ripple up/down counter)

நான்கு அலகு ஈரடி அலை மேல்/கீழ் எண்ணி (Four bit binary ripple up/down counter) யின் அமைப்பு படத்தில் 10.10 காட்டப்பட்டுள்ளது. இது ஈரடி மேல் மற்றும் ஈரடி கீழ் எண்ணியின் இணைந்த அமைப்பே ஆகும். ஒரு நான்கு அலகு ஈரடி மேல் கீழ் எண்ணி 0000 முதல் 1111 என மேல் நோக்கியும் 1111 முதல் 0000 என கீழ் நோக்கியும் எண்ணம் செய்யும்.



படம் 10.10

படம் 10.10-ல் காட்டியவாறு நான்கு JKMS நிலைமாறிகளையும் மூன்று தவிர்க்கை வகை அல்லதிணைக் கதவுகளையும் கொண்டு அமைக்கப்பட்டுள்ளது.



படம்10.11

மேல் மற்றும் கீழ் செயல் முறைகள் இரண்டிலும் முதல் நிலைமாறியானது காலத்துடிப்புகளினால் துடிப்பு படம் 10.11-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது. முதலில் அனைத்து நிலைமாறிகளும் திரும்பமைவு நிலைக்குக் கொண்டு செல்லப்படுகின்றன.

மேல் எண்ணி செயலுக்கு, மேல் எண்ணியின் உள்ளீடை உயர் மதிப்பாகவும் (high) கீழ் அளவில் எண்ணியின் உள்ளீடை குறைவு மதிப்பாகக் (low) கொள்வோம். எனவே இரண்டாவது, மூன்றாவது மற்றும் நான்காவது நிலைமாறிகள் வெளியீடு (Q)ஆகும். அதாவது, இவை முந்தைய நிலைமாறியின் வெளியீடுகளால் தூண்டப்படுகின்றன. இப்போது எண்ணியானது மேல் நோக்கி திசையில் எண்ணும்.

மறுமுனையில், கீழ் எண்ணமுடைய உள்ளீடானது அதிகமாகவும் (high) மற்றும் மேல் எண்ணம் உள்ளீடானது குறைவாகவும் (low) இருக்கும்போது, இரண்டாவது மூன்றாவது மற்றும் நான்காவது நிலைமாறிகள் முறையே அவற்றின் முந்தைய $\overline{Q}$ வெளியீடுகளால் தூண்டப்படுகின்றன. எனவே எண்ணியானது கீழ் நோக்கு திசையில் எண்ணம் செய்கிறது.

10.11.ஒத்துள்ள எண்ணி (Synchronous counter)

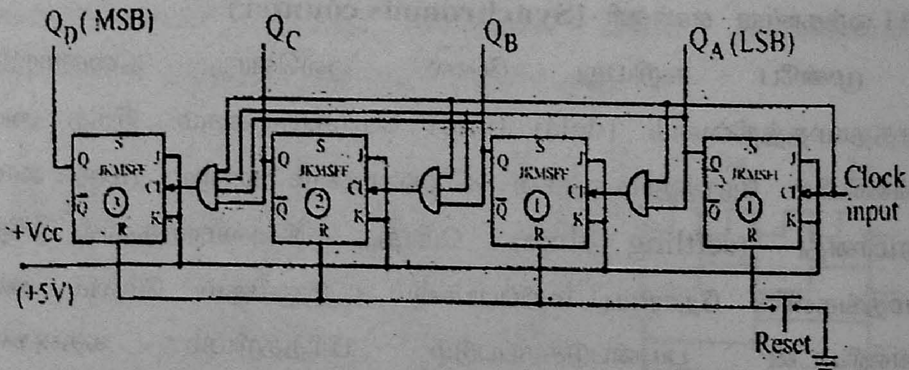
முன்பே கூறியது போல், ஒவ்வொரு நிலைமாறியும் நேரத்தாமதத்தினைக் (delay time) கொண்டிருக்கும். இந்த அலை எண்ணியில் நேரத்தாமதங்கள் கூடுதலாகவும் மற்றும் முழு அமர்வு நேரமானது (settling time) மொத்த நிலைமாறிகளில் நேரத் தாமதங்களின் தோராய மதிப்பாகவும் இருக்கும். மேலும் அலை எண்ணியுடன் பயன்படுத்தப்படும் பிரித்தறியும் கதவுகளின் வெளியீடுகளில் பொருளற்றநிலை (clitches) ஏற்படும் வாய்ப்பு உள்ளது. மேற்கூறிய குறைகளைக் களைய ஏற்படுத்தப்பட்ட அமைப்பு, ஒத்துள்ள எண்ணியாகும். இவ்வகையான எண்ணியில்

ஒவ்வொரு நிலைமாறியும் காலத்துடிப்பினால் துடிப்பு செய்யப்படுகிறது. ஒத்துள்ள எண்ணியை இணை எண்ணி (parallel counter) எனவும் அழைப்பர்.

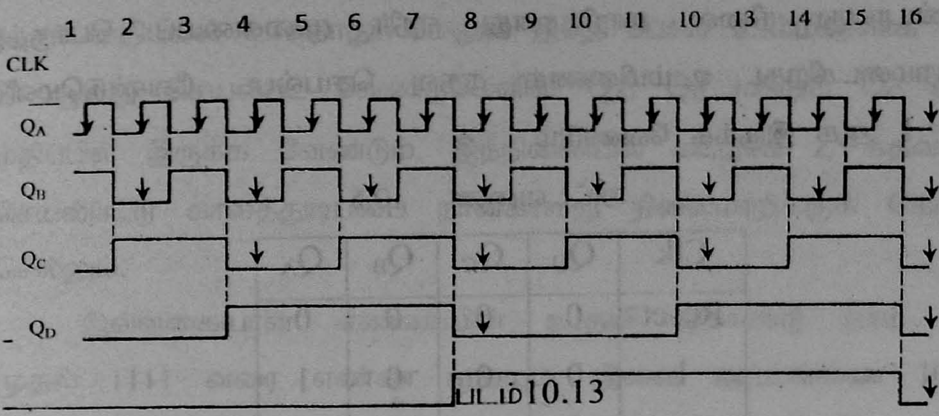
ஒரே நேரத்தில் காலத்துடிப்பானது அனைத்து நிலைமாறிகளுக்கும் அளிக்கப்படுவதால், அனைத்தும் ஒரே நேரத்தில் செயல்படுகின்றன. நிலைபடு நேரமானது (setting time) தனித்தனி நிலைமாறிகளின் நேரத்திற்குச் சமமாக இருக்கும். மேலும் செயலின் வேகமானது தனித்தனியான ஒவ்வொரு நிலைமாறியின் வேகத்திற்குச் சமமாக இருக்கும். எனவே இவ்வகையான எண்ணிகளின் வேகமானது அதிகமாகவும் மாறிலியாகவும் காணப்படுகிறது.

10.12. நான்கு அலகு மேல் ஒத்துள்ள எண்ணி(Four bit synchronous up counter)

அலகு ஈரடி ஒத்துள்ள எண்ணி (Four bit synchronous up counter) யின் அமைப்பு படம் 10.12-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது. இது ஒரு மேல்நோக்கு திசையில் எண்ணம் செய்யும் மேல் எண்ணி வகையினைச் சார்ந்து. இதில் அனைத்து J மற்றும் K உள்ளீடுகள் நேரடியாக +Vcc உடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கும்.



படம் 10.12



படம்10.13

ஒத்துள்ள எண்ணியில் ஒவ்வொரு நிலைமாறியும் தனித்தனியாகக் காலத்துடிப்பின் எதிர் முனையினால் நிலைமாற்றம் செய்யப்படுகிறது. காலத்துடிப்பினால் முதல் நிலைமாறி துடிப்பாகிறது. பின்பு, இரண்டாவது, மூன்றாவது மற்றும் நான்காவது நிலைமாறிகள் காலத்துடிப்பு மறறும் முந்தைய வெளியீடுகளால் தூண்டப்படுகின்றன. இரண்டாவது நிலைமாறியானது காலத்துடிப்பு மற்றும் முதலாவது நிலைமாறியின் வெளியீட்டால் தூண்டப்படுகிறது. மூன்றாவது நிலைமாறியானது, கால அமைப்பு மற்றும் இரண்டாவது நிலை மாறியின் வெளியீட்டால் தூண்டப்படுகிறது. இதே போல் நான்காவது நிலை மாறியும் காலஅமைப்பு மற்றும் மூன்றாவது நிலை மாறியின் வெளியீட்டால் தூண்டப்படுகிறது. காலத்துடிப்பானது உம்மிணைக் கதவுகளின் உதவியால் ஒவ்வொரு நிலை மாறியுடனும் இணைப்பு செய்யப்பட்டிருக்கும்.

ஆரம்ப நிலையில் அனைத்து நிலைமாறிகளும் திரும்பமைவு நிலையில் இருக்கும். அதாவது $Q_DQ_CQ_BQ_A = 0000$ என்றவாறு இருக்கும். கடிகாரத்துடிப்பு எதிர்முனை உதவியுடன் வெளியீடாக முதலில் $Q_DQ_CQ_BQ_A = 0001$ என்றவாறு முதல் காலத்துடிப்பின் இறுதியில் அமையும். Q_A ஆனது அதிகமாகவும் மற்றும் உம்மிணைக் கதவு செயல்படும் போதும் கடிகாரத்துடிப்பானது உள்ளீடாக இரண்டாவது நிலைமாறிக்குச் செல்லும். எனவே

இரண்டாவது நிலை மாறிடானது எதிர் முனையைப் பொருத்து மாற்றமடைகிறது. உம்மிணைக் கதவு செயல்பட வேண்டுமெனில் $Q_A = 1$ ஆக இருக்க வேண்டும்.

அட்டவணை 10.5

Clk	Q_D	Q_C	Q_B	Q_A
Reset	0	0	0	0
1	0	0	0	1
2	0	0	1	0
3	0	0	1	1
4	0	1	0	0
5	0	1	0	1
6	0	1	1	0
7	0	1	1	1
8	1	0	0	0
9	1	0	0	1
10	1	0	1	0
11	1	0	1	1
10	1	1	0	0
13	1	1	0	1
14	1	1	1	0
15	1	1	1	1
16	0	0	0	0

அட்டவணை 10.6

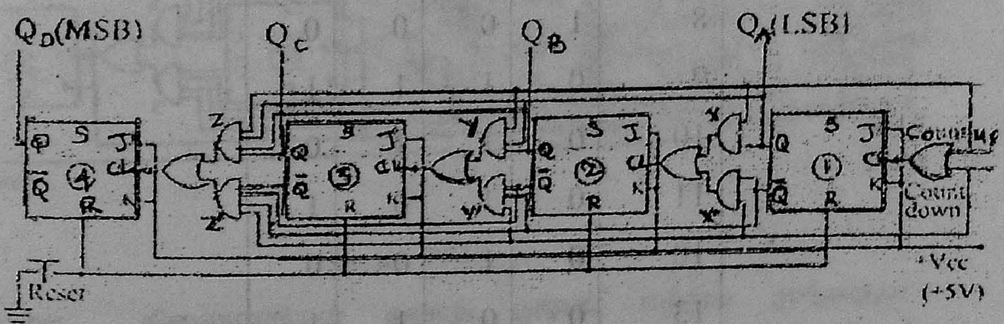
உம்மிணைக் கதவு Y ஆனது செயல்படும் நிலைக்கு வரவேண்டுமெனில், Q_A மற்றும் Q_B அதிக மதிப்பில் இருக்க வேண்டும். இப்போது காலத்துடிப்பின் எதிர்முனையினால் மூன்றாவது நிலைமாறி மாற்றமடைகிறது. ஏனெனில் Q_A மற்றும் Q_B ஆகியவை

உயர் மதிப்பில் உள்ளது. மேலும் இதே போல் உம்மிணைக் கதவு Z ஆனது செயல்பட வேண்டுமெனில் Q_A, Q_B மற்றும் Q_C அதிக மதிப்பில் இருக்க வேண்டும். இந்நிலையில் மட்டுமே Z கதவானது செயல்பட்டு காலத்துடிப்பை நான்காவது நிலைமாறிக்குக் கொண்டு செல்லும்.

இவ்வகையான எண்ணியின் உதவி கொண்டு நாம் 0000 முதல் 1111 வரை எண்ண முடியும். இவை அட்டவணை 10.6-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

10.13. நான்கு அலகு கீழ் ஒத்துள்ள எண்ணி(Four bit synchronous down counter)

நான்கு அலகு ஈரடி கீழ் ஒத்துள்ள எண்ணி (Four bit synchronous down counter) யின் அமைப்பு படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளது. இதில் முதல் நிலைமாறியானது கடிகாரத்துடிப்பு அமைப்பினால் துடிப்பு செய்யப்படுகிறது. மற்ற மூன்று நிலைமாறிகளும் கடிகாரத்துடிப்பு அமைப்பு மற்றும் முந்தைய நிலைமாறிகளின் வெளியீடுகளின் தலைகீழியால் (complement) தூண்டபடுகின்றன.



படம் 10.14

இரண்டாவது நிலைமாறியானது கடிகாரத்துடிப்பு அமைப்பு முதல் நிலைமாறியின் மற்றும் தலைகீழ் வெளியீடு (Q_A) ஆகியவற்றால் தூண்டப்படுகிறது. மூன்றாவது நிலை மாறி, கடிகாரத்துடிப்பு அமைப்பு மற்றும் முதலாவது, இரண்டாவது நிலை மாறி வெளியீட்டின் தலைகீழியால் (Q_B) தூண்டப்படுகிறது. இதே

போல் காலத்துடிப்பு அமைப்பு மற்றும் Q_A, Q_B, Q_C ஆகியவற்றால் நான்காவது நிலைமாறி தூண்டப்படுகிறது.

ஆரம்ப நிலையில் அனைத்து நிலைமாறிகளும் திரும்பமைவு நிலையில் இருக்கும். எனவே, வெளியீடானது $Q_D\,Q_C\,Q_B\,Q_A = 0000$ என்றவாறு அமையும். அதாவது, இந்த வெளியீட்டின் தலைகீழ் மதிப்பு $\overline{Q}_D\overline{Q}_C\overline{Q}_B\overline{Q}_A = 1111$ ஆகும். எனவே, அனைத்து நிலைமாறிகளும் அடுத்தடுத்த காலத்துடிப்பினால் நிலைமாற்றம் செய்யப்படுகின்றன.

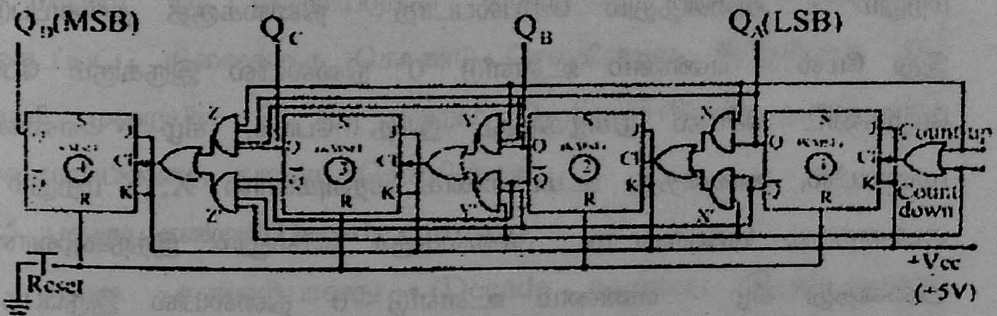
அட்டவணை10.7

Clk	Q_D	Q_C	Q_B	Q_A
Reset	0	0	0	0
1	1	1	1	1
2	1	1	1	0
3	1	1	0	1
4	1	1	0	0
5	1	0	1	1
6	1	0	1	0
7	1	0	0	1
8	1	0	0	0
9	0	1	1	1
10	0	1	1	0
11	0	1	0	1
10	0	1	0	0
13	0	0	1	1
14	0	0	1	0
15	0	0	0	1
16	0	0	0	0

முதலாவது கடிகாரத் துடிப்பின் இறுதியில் நாம் $Q_DQ_CQ_BQ_A$ = 1111 என்றவாறு வெளியீட்டினைப் பெறலாம். ஒவ்வொரு கடிகாரத் துடிப்பின் எதிர் முனையிலும் நாம் கிழ்நோக்கு திசையிலும் எண்ண இயலும். ஆதலால் இறுதி வெளியீடு Q_D Q_C Q_B Q_A = 0000 என்றவாறு அமையும். இது 16-வது கடிகாரத் துடிப்பின் இறுதியில் பெறப்படுகிறது. இவை அட்டவணை 10.7-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

10.14. நான்கு அலகு மேல்/கீழ் ஒத்துள்ள எண்ணி (Four bit up/down counter)

ஒரு நான்கு அலகு மேல் கீழ் ஒத்துள்ள எண்ணி (Four bit up/down counter) யின் அமைப்பு படம் 10.15-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது. இது மேல்-கீழ் ஒத்துள்ள எண்ணிக்கைகளில் இணைந்த அமைப்பே ஆகும். இதில் முதல் நிலைமாறியானது எண்ணி மேல் துடிப்பு அல்லது எண்ணி கீழ் துடிப்பினால் மேல்-கீழ் செயல்பாடுகளைப் பொறுத்து தூண்டப்படும்.



படம் 10.15

மற்ற நிலைமாறிகள் காலத் துடிப்பு மற்றும் முந்தைய நிலைமாறிகளின் வெளியீட்டினால் தூண்டப்படுகிறது.

மேல் எண்ணியானது முந்தைய வெளியீடுகளால் Q-வால் தூண்டப்படுகிறது. அதேபோல், கீழ் எண்ணி வெளியீடுகளின் தழைகீழியால் ($\bar{Q}$) தூண்டப்படுகிறது.

எண்ணி மேல்முறை (mode) ல், அனைத்து முந்தைய நிலைமாறிகளும் உயர்நிலையில் (high) அதாவது, மதிப்பு 1 எனில் அனைத்து நிலைமாறிகளும் நிலைமாற்றமாகின்றன. மேலும் கடிகாரமானது மாறுநிலை (transition) ஏற்படுத்துகிறது.

எண்ணி கீழ் முறையில், அனைத்து முந்தைய நிலைமாறிகளும் குறைவாக (low) அதாவது 0-ஆக இருக்கும்போது நிலைமாறுகின்றன. மேலும் காலத்துடிப்பானது மாறுநிலையை ஏற்படுத்தும்.

மேல் - எண்ணம் முறையில் காலத்துடிப்பானது மேல் - எண்ணம் உள்ளீட்டுக்குக் கொடுக்கப்படும். அப்போது கீழ் - எண்ணம் உள்ளீடு தாழ் நிலையில் இருக்கும். இதே போல் கீழ் - எண்ணம் முறையில் காலத்துடிப்பு அமைப்பானது கீழ்எண்ணம் உள்ளீடுக்குக் கொடுக்கப்படும். இந்நிலையில் மேல் எண்ணம் உள்ளீடானது கீழ் நிலையில் வைக்கப்படும்.

மேல் எண்ணம் முறையில், உம்மிணைக்கதவுகள் X', Y' மற்றும் Z' அனைத்தும் செயல்படாத நிலைக்குத் தள்ளப்படும். இது மேல் - எண்ணம் உள்ளீடு '0' நிலையில் இருக்கும் போது மேற்கண்ட செயல் நிகழ்கிறது. இதே போல், கீழ் - எண்ணம் முறையில், அனைத்து உம்மிணைக் கதவுகளால் X, Y மற்றும் Z அனைத்தும் செயல்படாத நிலைக்குச் செல்லும். இந்நிகழ்வானது அனைத்து கீழ் - எண்ணம் உள்ளீடு '0' நிலையில் இருப்பதால் நடைபெறும்.

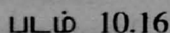
மேல் எண்ணம் முறையில் இரண்டாவது, மூன்றாவது மற்றும் நான்காவது நிலைமாறிகள் வழிநடத்தப்படுகின்றன (steered). இச்செயல் உம்மிணைக் கதவுகளால் X, Y மற்றும் Z களால் நிகழ்கிறது. இதேபோல் கீழ் - எண்ணம் முறையில் இரண்டாவது, மூன்றாவது மற்றும் நான்காவது நிலைமாறிகள் X^1, Y^1 மற்றும் Z^1 உம்மிணைக் கதவுகளால் வழி நடைபெறுகின்றன.

இரண்டு முறைகளிலும் முதல் நிலைமாறியானது கால அமைப்பால் தூண்டப்படுகிறது. இரண்டாவது நிலைமாறியானது காலத்துடிப்பு அமைப்பு மற்றும் முதல் நிலைமாறியின் வெளியீட்டால் தூண்டப்படுகிறது. Q_A ஆனது இரண்டாவது நிலைமாறியால் தூண்டப்படுகிறது. $\overline{Q_A}$ ஆனது கீழ் எண்ணம் முறையில் இரண்டாவது நிலைமாறியினைத் தூண்டச் செய்கிறது. காலத்துடிப்பு மற்றும் இரண்டாவது, முதலாவது நிலைமாறிகளின் வெளியீடுகளால் மூன்றாவது நிலைமாறி தூண்டப்படுகிறது. மேல் எண்ணம் முறையில் Q_A மற்றும் Q_B வெளியீடுகள் மூன்றாவது நிலைமாறியைத் தூண்டச்செய்கிறது. மேலும், இதே போல் $\overline{Q_A}$ மற்றும் $\overline{Q_B}$ வெளியீடுகளும் மூன்றாவது நிலைமாறியைத் தூண்டச்செய்கிறது.

இதேபோல் நான்காவது நிலைமாறியானது காலத்துடிப்பு அமைப்பு மற்றும் முதல், இரண்டு மற்றும் மூன்றாவது நிலைமாறிகளால் தூண்டப்படுகிறது. மேல் எண்ணம் முறையில் Q_A, Q_B மற்றும் Q_C வெளியீடுகள் நான்காவது நிலைமாறியினைத் தூண்டப்பட்ட நிலைக்குக் கொண்டு செல்கின்றன. இதேபோல் கீழ் எண்ணி முறையில் $\overline{Q_A}$, $\overline{Q_B}$ மற்றும் $\overline{Q_C}$ வெளியீடுகள் நான்காவது நிலைமாறியினைத் தூண்டச்செய்கின்றன.

10.15. பத்தடி எண்ணி(Decade counter)

பத்தடி எண்ணியானது (Decade counter) இரண்டடிமான முறையில் உள்ள எண்ணிக்கையை அதற்குச் சமமான பத்தடி முறைக்கு மாற்ற உதவி செய்கிறது.



படம் 10.16

இவ்வகை எண்ணிகள் பத்து நிலைகளை எண்ணிய பிறகு, நிலை 9-க்குப் பிறகு 0 நிலைக்குத் திரும்புகிறது. ஒரு பத்தடி எண்ணைக் குறிக்க நான்கு இலக்கமுடைய இரண்டடிமான எண்கள் தேவைப்படுவதால், பத்தடி எண்ணியை அமைக்க நான்கு நிலைமாறிகள் தேவைப்படுகின்றன. படம் 10.16 பத்தடி எண்ணியின் சுற்றுப் படத்தைத் தருகின்றது. நேரத் துடிப்புகள் 1-லிருந்து 0-க்கு மாறும்போது நிலைமாறிகள் தங்களின் நிலைகளை மாற்றிக்கொள்ளும். A நிலைமாறியின் வெளியீடு B மற்றும் D நிலைமாறிகளுக்கு நேரத் துடிப்புகளாகக் கொடுக்கப்படுகின்றது. B-யின் வெளியீடு C-க்கு நேரத் துடிப்பாகக் கொடுக்கப்படுகிறது. நிலைமாறிகளின் J மற்றும் K உள்ளீடுகளின் நிலை எப்போது பெருமமாக இருக்குமாறு அல்லது மற்ற நிலைமாறிகளின் வெளியீடுகளுடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கும்.

இந்த எண்ணி ஒரே நேரச் செயல்பாடற்ற (asynchronous) வகையைச் சேர்ந்ததாகும். இந்த எண்ணிகளின் வெளியீடுகளைப் பூலியன் சமன்பாடுகளைக் கொண்டு விளக்க முடியாது. எண்ணியின் செயல்பாட்டை நிலைமாறி மாற்றங்களைச் சில நிபந்தனைகளின் அடிப்படையில் விளக்கலாம். இந்த நிபந்தனைகளை J-K நிலைமாறி செயல்படும் விதத்திலிருந்தும், வாதியல் சுற்றிலிருந்தும் பெறலாம்.

J-K நிலைமாறி ஒன்றில் நேரத் துடிப்பு 1-லிருந்து 0-விற்கு மாறும்போது J=K=1 என்றால் நிலைமாறி தாவும் நிலையினால் நிலை மாற்றமடைகிறது. ஒவ்வொரு நிலைமாறியும் நிலை

மாற்றமடைவதற்கான நிபந்தனைகள் பின்வருமாறு பயன்படுத்தப்படுகிறது.

(i) ஒவ்வொரு நேரத் துடிப்பின் எதிர்முனையின் போது A நிலைமாற்றம் பெறும்.

(ii) D நிலைமாறியின் வெளியீடு $\overline{D}$, Bயுடன் இணைக்கப் பட்டிருப்பதால் $\overline{D}=1$ மற்றும் A=1லிருந்து 0-விற்கு மாறும்போது B-தன் நிலையை மாற்றிக்கொள்ளும். $\overline{D}=1$ மற்றும் A வெளியீடு 1-லிருந்து, 0விற்கு மாறும்போது நிலைமாறி திரும்பமைவு ஆகும்.

(iii) Bயின் வெளியீடு C-க்கு நேரத் துடிப்பாகக் கொடுக்கப்பட்டிருப்பதால் B-யின் வெளியீடு 1-லிருந்து 0-க்குக் குறையும்போது C நிலைமாற்றம் அடையும்.

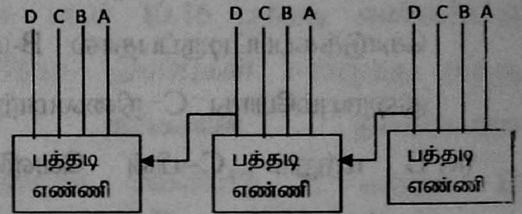
(iv) B மற்றும் C-யின் வெளியீடுகள் உம்மிணைக் கதவிற்கு உள்ளீடாகக் கொடுக்கப்பட்டு இதன் வெளியீடு D நிலைமாறிக்கு J உள்ளீடாகக் கொடுக்கப்படுகிறது. A-யின் வெளியீடு 1-லிருந்து 0-நிலையை அடையும்போது D நிலைமாறி reset நிலையை அடையும்.

பத்தடி எண்ணிக்கான அலை வடிவங்களைப் படம் 10.18 காட்டுகின்றது. ஒவ்வொரு நேரத் துடிப்பின் முடிவிலும் இரண்டடிமான நிலைகள் குறிக்கப்பட்டுள்ளன. பத்தடி எண்ணியானது, இரண்டடிமான முறையில் 0-விலிருந்து 9 வரை எண்ணக் கூடியது. இரண்டடிமானத்திலிருந்து பத்தடி முறைக்கு மாற்ற கதவுகள் தேவைப்படுகின்றன. 0-விலிருந்து 99-வரை பத்தடி எண்ணை எண்ண இரண்டு பத்தடி எண்ணிகள் தேவைப்படும். 0லிருந்து 999 வரை எண்ண மூன்று பத்தடி எண்ணிகள் தேவைப்படும். படம் 10.17-ல் மூன்று பத்தடி எண்ணிகள் கொண்ட எண்ணி ஒன்றின் தொகுப்புப் படம் காட்டப்பட்டிருக்கிறது. இரண்டாவது மற்றும் மூன்றாவது பத்தடி எண்ணிக்குத் தேவையான நேரத் துடிப்புகள் அவைகளுக்கு

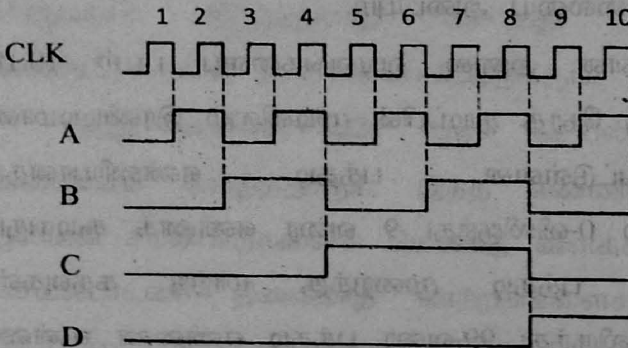
முந்தைய பத்தடி எண்ணியின் D நிலைமாறி வெளியீட்டிலிருந்து பெறப்படுகின்றன. ஒரு பத்தடி எண்ணியின் D வெளியீடு 1-லிருந்து 0விற்குப் போகும்போது இது அடுத்த பத்தடி எண்ணியைச் செயல்படத் தூண்டுகிறது. இந்த நேரத்தில் முதல் பத்தடி எண்ணியின் நிலை 9-லிருந்து 0-விற்கு மாறும் எடுத்தக்காட்டாக 199 -க்குப் பிறகு 200 நிலை எண்ணப்படும். அட்டவணை 10.8 பத்தடி எண்ணிக்கான மெய் அட்டவணையைத் தருகிறது.

அட்டவணை 10.8

D	C	B	A	எண்ணி
0	0	0	0	0
0	0	0	0	1
0	0	1	1	2
0	0	1	1	3
0	1	0	0	4
0	1	0	0	5
0	1	1	1	6
0	1	1	1	7
1	0	0	0	8
1	0	0	0	9
0	0	0	0	0



படம் 10.17



படம் 10.18

10.16. BCD எண்ணி (BCD counter)

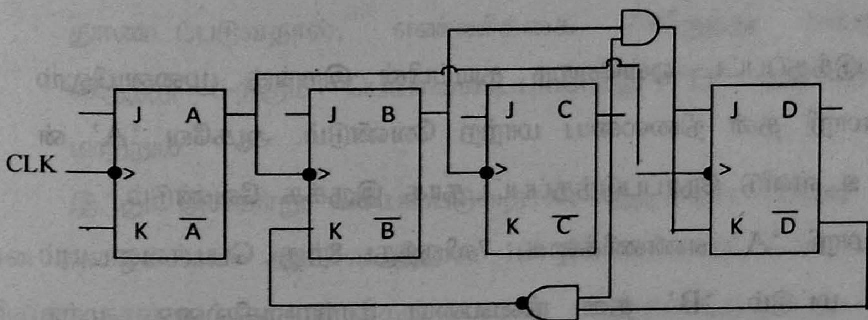
நாம் இயல்பாக எண்ணும் முறையின் அடி 10 ஆகும். ஆகவே நாம் அமைக்கும் எண்ணி 10 வரை எண்ணி முடித்தவுடன்,

மீண்டும் சுழியை அடையுமாறு அமைத்தால் பயனுள்ளதாக அமையும் பத்தடி எண்ணி ஒன்று BCD அல்லது இரண்டடிமான முறையில் எண்ணும் பத்தடி எண்ணி (Binary Coded Decimal Counter) என்றும் அழைக்கப்படும்.

சில நேரங்களில் நேரடி இரண்டடிமான முறையில் எண்ணுவதைவிட வேறு முறையில் எண்ணும் எண்ணிகளும் தேவைப்படலாம்.

மாற்றியமைக்கப்பட்ட 8 4 2 1 முறையில் எண்ணும் J-K நிலைமாறியைப் பயன்படுத்தி இவ்வகையான எண்ணிகளை அமைக்கலாம் என்பதை இங்கு பார்ப்போம். இவ்வகை எண்ணியின் அமைப்பு படம் 10.19-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

இதன் செயற்பாட்டினை விளக்கும் அட்டவணை, மெய் அட்டவணை 10.9-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது. மேலும், BCD எண்ணியின் செயற்பாட்டினைக் பினவருமாறு விளக்கலாம்.



படம் 10.19

அட்டவணை 10.9

D	C	B	A	நிலை
0	0	0	0	0
0	0	0	1	1
0	0	1	0	2
0	0	1	1	3
0	1	0	0	4
0	1	0	1	5
0	1	1	0	6
0	1	1	1	7
1	1	0	0	8
1	1	0	1	9
0	0	1	0	0

1. நேரப்படுத்தப்பட்ட ஒவ்வொரு துடிப்பின் இறங்கு முனையிலும் நிலைமாறி தன் நிலையை மாற்ற வேண்டும். ஆகவே 'A' ன் CLK உள்ளீடு நேரப்படுத்தப்பட்டதாக இருக்க வேண்டும்.
2. நிலைமாறி 'A' எண்ணிக்கை, 7லிருந்து 8ற்கு பெயர்வடையும் போது மட்டும் 'B' தன் நிலையை மாற்றுவதில்லை. மற்ற நேரங்களில் 'A' தாழ்நிலைக்குச் செல்லும்போது 'B' தன் நிலையை மாற்றுகிறது. C,D ஆகிய இரண்டும் உயர் நிலையில் அமையும் போதெல்லாம் எதிர்ம உம்மிணைக் கதவு X தாழ் நிலையில் அமைகிறது. எண்ணிக்கை 4,5,6,7-ன் போது, எதிர்ம உம்மிணைக் கதவு X-ன் வெளியீடு உள்ளீடு Kஐ நிறுத்திக் கொள்வதால், நிலைமாறி 'B' தாழ் நிலையில் அமைகிறது. ஆகவே எண்ணிக்கை 7-லிருந்து

8-க்கு பெயர்வடையும்போது ‘B’ தாழ்நிலைக்குச் செல்லாமல் தடுக்கப்படுகிறது. நிலைமாறி ‘B’-ன் ‘J’ உள்ளீடு எப்போதும் உயர் நிலையில் அமைவதால் எண்ணிக்கை 5-லிருந்து 6-க்கு பெயர்வடையும்போது, B உயர் நிலைக்குச் செல்ல முடியும்.

3. நிலைமாறி C-ன் CLK உள்ளீடு B-ல் ஒட்டப்படுகிறது. ஆகவே, ‘B’ எப்போதெல்லாம் நிலைமாறுகிறதோ ‘C’தன் நிலையினை மாற்றிக் கொள்ள வேண்டும்.

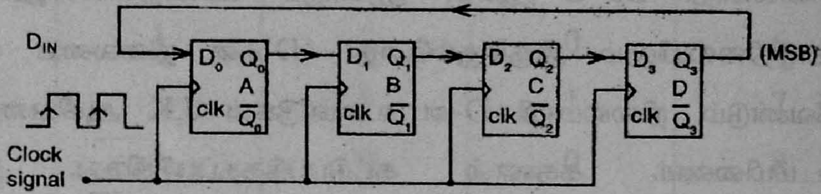
4. நிலைமாறி B, C ஆகிய இரண்டும் உயர்நிலையிலும், A தாழ்நிலையிலும் இருக்கும்போது ‘D’தன் நிலையை மாற்ற வேண்டும். நிலைமாறி D-ன் உள்ளீடுகள் J,K ஆகியவைகள் உம்மிணைக் கதவால் கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது. இதன் உள்ளீடுகள் B,C ஆகும். ஆகவே B,C ஆகிய இரண்டும் உயர்நிலையில் இருக்கும்போது ‘D’ தன் நிலையை மாற்றிக் கொள்ள முடியும். நிலைமாறி D-ன் CLK உள்ளீடு ‘A’ஆல் தூண்டப்படுவதால், எண்ணிக்கை 7-லிருந்து 8-க்கும், 9-லிருந்து 0-ற்கும் பெயர்வடையும்போது ‘D’ தன் நிலையை மாற்றும்.

இஃது இவ்வாறு செயல்படுவதால், இதனைப் பத்தடி எண்ணி என அழைக்லாம். ஆகவே இவை 10 நிலைகளைக் கொண்டுள்ளது. இதில் நான்கு நிலைமாறிகள் பயன் படுத்தப்பட்டிருப்பதால், ஆறு வாதத்திற்குப் புறம்பான நிலைகளாக உள்ளன. வாதத்திற்கு புறம்பான ஆறுநிலைகள் 1000, 1001,1010, 1011, 1100, 1101 ஆகும்.

10.17.வளைய எண்ணி: (Ring counter)

வளைய எண்ணி என்பது பெயர்வு பதிவியின் எளிய அமைப்பு ஆகும். இது ஓர் அடிப்படையான சுழற்சி பெயர்வு பதிவி ஆகும். இந்த 4 அலகு வளைய எண்ணி D நிலைமாறிகளைக் கொண்டு

படத்தில் காட்டியுள்ளவாறு அமைக்கப்பட்டுள்ளது. இதில் முதல் நிலைமாறி Q_A-ன் வெளியீடானது இரண்டாவது நிலைமாறியின் உள்ளீடாகவும், Q_B-ன் வெளியீடானது Q_C-ன் உள்ளீடாகவும், Q_C-ன் வெளியீடு Q_D நிலைமாறியின் உள்ளீடாகவும், Q_D யின் வெளியீடு முதல் நிலைமாறியின் (Q_Aன்) உள்ளீடாகவும் மின்னூட்ட முறையில் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. இதன் அமைப்பு படம் 10.20-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



படம் 10.20

அட்டவணை 10.10

CLK	Q_A	Q_B	Q_C	Q_D
Initial	1	0	0	0
1	0	1	0	0
2	0	0	1	0
3	0	0	0	1
4	1	0	0	0
5	0	1	0	0

உதாரணமாக 1000 என்ற தகவலை அனுப்புதல் அமைப்பு மூலம் பதிவியில் அனுப்பி செய்து விட்டதாகக் கருத்தில் கொண்டு, நேரத்துடிப்புகள் பிறகு கொடுக்கப்படுவதாகக் கொள்வோம். இதன் செயல்பாடு அட்டவணை 10.10-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

ஆரம்பத்தில் $Q_A = 1$, வெளியீடு $Q_AQ_BQ_CQ_D = 1000$ முதல் நேரத்துடிப்பைக் கொடுத்த பிறகு Q_D-பெயர்ந்து Q_A, ஆகவும், Q_A-ஆனது Q_B-க்கும், Q_B -ஆனது Q_C-க்கும், Q_C-ஆனது Q_D-க்கும் பெயர்கின்றன.

எனவே, வெளியீடு $Q_AQ_BQ_CQ_D = 0100$ என கிடைக்கும்.

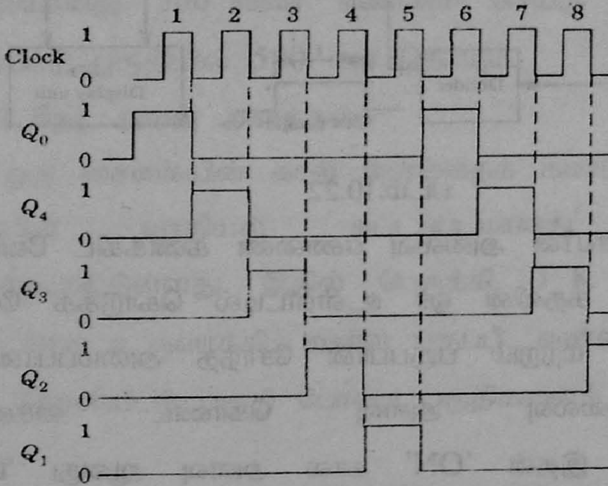
இரண்டாவது நேரத்துடிப்பு வரும்போது வெளியீடானது

$Q_AQ_BQ_CQ_D = 0010$ என அமையும்.

மூன்றாவது நேரத்துடிப்பில் $Q_AQ_BQ_CQ_D = 0001$

நான்காவது நேரத்துடிப்பு $Q_AQ_BQ_CQ_D = 1000$ என அமையும்.

எனவே வளைய எண்ணியானது 4 அலகு தகவல் எண்ணை சேமிப்பு செய்யப்பயன்படுகிறது. இதன் அலை வடிவப் படம், படம் 10.21-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



படம்.10.21

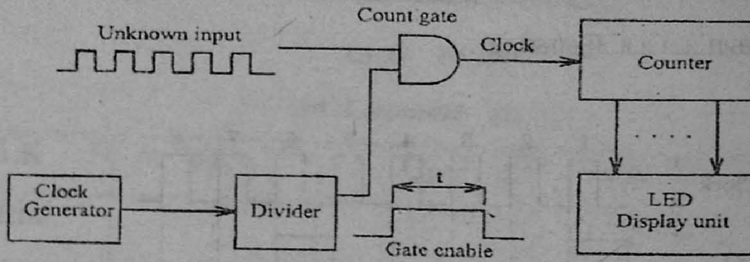
10.18. எண்ணியின் பயன்பாடுகள்

எண்ணியானது பொதுவாகப் பலவின் ஒன்றாக்கி வெளியீடு, அலைவெண் எண்ணிகள், நேர அளவீடு ஒப்புமை எண்ணிலக்க

மாற்றிகள, எண்ணிலக்க மின்மாற்றிகள் போன்ற பலதரப்பட்ட பயன்பாட்டில் பயன்படுகிறது. இதன் சில வகையான பயன்பாடுகள் கீழே விவரிக்கப்பட்டுள்ளது.

10.18.1. அலைவெண் எண்ணி

அலைவெண் எண்ணி என்பது ஓர் எண்ணிலக்க சாதனம் ஆகும். இது ஒரே அளவாக மாறுகின்ற அலை வடிவங்களைக் கொண்ட சைகைகளின் அலைவைக் கண்டுபிடிக்க உதவுகிறது. ஓர் அலைவு எண்ணியின் சுற்றுப்படமானது படம் 10.22-ல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. இது ஓர் எண்ணி கதவு, எண்ணி, LED வெளிக்காட்டி (display) அலகு, நேர உருவாக்கி, பகுப்பான் ஆகிய பகுதிகளைக் கொண்டுள்ளது.



படம்.10.22

எந்த சைகையின் அலைவு எண்ணை கணக்கிட வேண்டுமோ அதனை எண்ணி கதவின் ஓர் உள்ளீட்டில் கொடுக்க வேண்டும். கால உருவாக்கி மற்றும் பகுப்பான் சேர்ந்த அமைப்பானது ஒரு குறிப்பிட்ட அலைவு அளவு கொண்ட சைகையைத் தோற்றுவிக்கிறது. இதன் 'ON' கால அளவு ஆனது 't' எனக் கொள்க. இந்தச் சைகையானது உம்மிணைக் கதவின் அடுத்த உள்ளீட்டு இணைப்புக்குக் கொடுக்கப்படுகிறது. உம்மிணைக் கதவானது, கதவு ஏற்பு சைகையைப் பொருத்து அலைவு கணக்கிடப்பட வேண்டிய சைகையை எண்ணிக்கு அனுப்புகின்றது. அதாவது உம்மிணைக் கதவின் வெளியீடானது, எண்ணியின் கால

உள்ளீடாகச் செயல்படுகின்றது. எண்ணியின் வெளியீடானது LED வெளியீட்டுப் பகுதிக்குக் கொடுக்கப்படுகிறது.

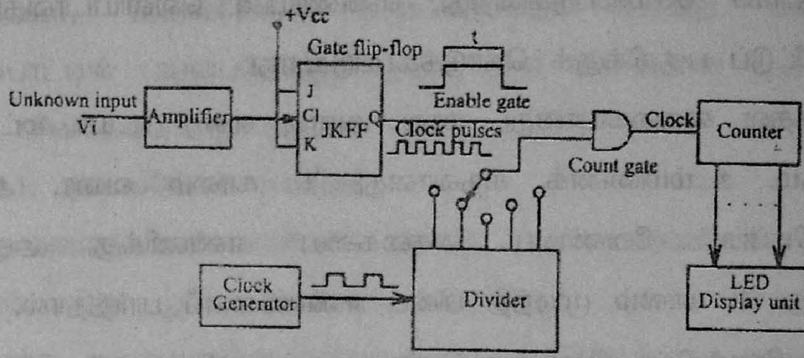
கதவு சைகையானது, கால அளவு வரை உயர் மட்டத்தில் இருக்கும். உம்மிணைக் கதவானது 't' காலம் வரை, அலைவு கணக்கிடப்பட வேண்டிய சைகையை எண்ணிக்கு அனுப்பும். அதாவது 't' காலம் முடிந்த பின்பு எண்ணியைப் பார்த்தால், அதில் 't' காலநேரத்தில் கிடைக்கப்பெற்ற துடிப்புகளின் எண்ணிக்கையை எண்ணம் செய்யப்பட்டிருக்கும்.

ஒருவேளை 't' காலமானது 1 வினாடி என கொடுக்கப்பட்டால், எண்ணியில் உள்ள எண்ணிக்கையானது கணக்கிடப்பட வேண்டிய சைகையின் அலைவிற்குச் சமமாக இருக்கும். அதாவது கதவு சைகையின் கால அளவானது '1' வினாடியாகவும், கணக்கிடப்பட வேண்டிய சைகை அலைவு அளவானது 500Hz எனவும் இருந்தால், எண்ணியானது 500 வரை எண்ணம் செய்து இருக்கும். இதனால் வெளியீட்டு பகுதியில் 500 என தெரியும்.

10.18.2 நேர அளவு அளத்தல்

ஒரு சைகையின் கால நேரத்தைக் கண்டுபிடிக்க உதவுகின்ற கருவியின் வாதியல் கட்டப்படமானது படம் 10.23-ல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. இதில் பெருக்கி, J K நிலைமாறி எண்ணி, கதவு, கால உருவாக்கி, அலை பகுப்பி, எண்ணி, LED வெளியீட்டு பகுதி, வெளியீட்டு பகுதி போன்ற பகுதிகளைக் கொண்டுள்ளது.

எந்தச் சைகையின் நேரத்தைக் கணக்கிட வேண்டுமோ அதனைக் கணக்கிடப்படும் பெருக்கியின் உள்ளீட்டில் கொடுக்க வேண்டும். இதில் உள்ள பெருக்கியானது அதனை ஒரு சதுரம் அல்லது நீள்சதுர சைகையாக மாற்றுகிறது. இந்தச் சைகையை TTL சுற்றுகளுக்கு நேரடி உள்ளீடாகக் கொடுக்கலாம்.



படம்.10.23

பெருக்கியின் வெளியீட்டில் சைகையானவை, JK நிலைமாறியின் கால உள்ளீடாகக் கொடுக்கப்படுகிறது. JK நிலைமாறி மற்றும் K உள்ளீடுகள் +5V (+Vcc) -ல் நேரடியாக இணைக்கப்பட்டுள்ளதால், நிலைமாறியானது இறுக்கமாற்றுக் குமிழ முறையில் செயலாற்றும். நிலைமாறியினுடைய வெளியீடானது இயலச்செய் தகவு சைகையை உருவாக்குகிறது. இந்தச் சைகை ON நேரம் (t) ஆனது, அதன் உள்ளீட்டில் கொடுக்கப்படுகின்ற உள்ளீடு சைகையின் (V_i)-ன் கால அளவிற்குச் சமமாக இருக்கும்.

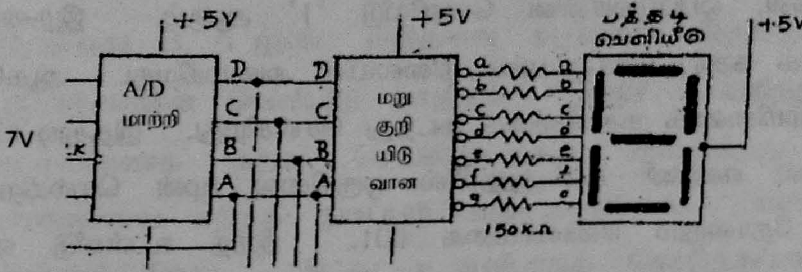
கால உருவாக்கியை ஒரு குறிப்பிட்ட அலைவின் அளவு கொண்ட கால சைகையைத் தோற்றுவிக்கின்றது. இது வேறு ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு அலைவு கொண்ட சைகைப்பதிப்பானால் மாற்றப்படுகிறது. பகுப்பானின் வெளியீடானது நமக்குத் தேவையான அலைவைக் கொண்ட சைகைகளைப் பெறும் வகையில் அமைக்கப்பட்டுள்ளது.

எண்ணி கதவானது இயலச்செய்யும் கதவியினுடைய துடிப்பினை 't' காலம் நேரம் வரை காலத்துடிப்புகளை எண்ணிக்கு அனுப்புகின்றது. எண்ணியானது ஒவ்வொரு துடிப்பு கிடைக்கப்பெறுகின்ற போதும் அதனை ஒவ்வொன்றாக எண்ணம் செய்துக் கொண்டிருக்கும். இயலச் செய்யும் கதவு துடிப்பு நேரம் முடிவடைந்தவுடன், உம்மிணைக் கதவானது காலத் துடிப்புகளை

எண்ணிக்கு அனுப்பாது. இப்பொழுது எண்ணியிலுள்ள எண்ணிக்கையானது LED வெளியீடு அலகிற்கு அனுப்பப்பட்டு வெளியீடு செய்யப்படுகிறது. இவ்வாறு கிடைக்கப்பெறும் வெளியீடானது அதன் உள்ளீட்டில் கொடுக்கப்பட்ட சைகையின் கால நேரத்திற்கு நேரடித் தொடர்பு கொண்டதாக இருக்கும்.

10.18.3 எண்ணிலக்க வோல்ட்மீட்டர்

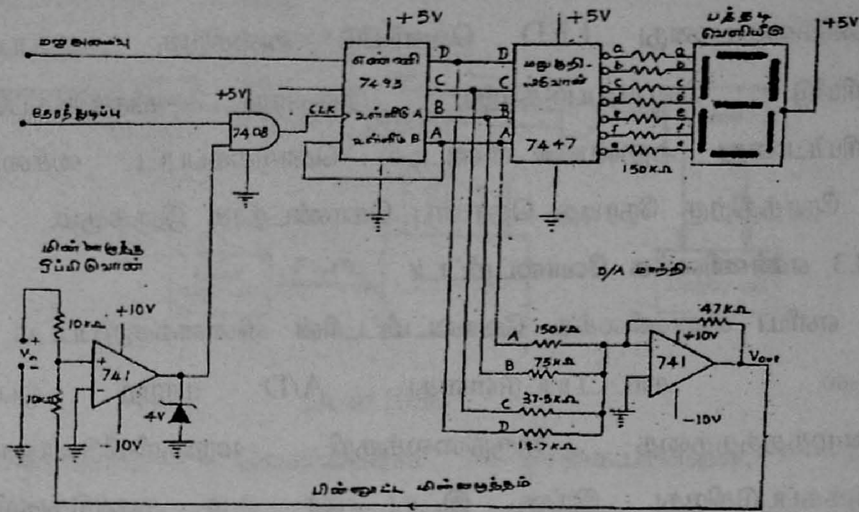
எளிய எண்ணிலக்க வோல்ட்மீட்டரின் வினைக்குறிப்படம் படம் 10.24-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது. A/D மாற்றி ஒப்புமை மின்னழுத்தத்தை இருநிலைக்குறி மறுகுறியிடுவானுக்குக் கொடுக்கப்படுகிறது. இங்கு இ்து ஓர் ஏழு துண்டுக்குறியாக மாற்றப்படுகிறது.



படம்.10.24

ஏழு துண்டுக்காட்சி ஒப்புமை மின்னழுத்தத்தை எண்ணிலக்கப் பத்தடி எண்ணில் காட்டுகிறது. A/D மாற்றிக்கு 7 வோல்ட் உள்ளீடாகக் கொடுக்கும்போது வெளியீடு 0111. இவ்வெளியீடு ஏழு துண்டுக் காட்சிக்குக் கொடுக்கும்போது காட்சியில் பத்தடி எண் 7 தோன்றுகிறது.

எண்ணிலக்க வோல்ட்மீட்டரின் தெளிவான அமைப்பு படம் 10.25-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது. எண்ணிலக்க வோல்ட்மீட்டருக்குக் கொடுக்கப்படும் உள்ளீடு மின்னழுத்த மதிப்பு 2 வோல்ட் எனக் கொள்வோம். முதலில் எண்ணியின் வெளியீடு 000-ஆக இருக்குமாறு சீரமைக்க வேண்டும். ஒப்பிடுவான் உள்ளீடு A-ஐயும், B-ஐயும் ஒப்பிடுகிறது. A=2V, B=0V. ஆகவே A அதிகமாகும்.



படம்.10.25

ஆகவே, ஒப்பிடுவானின் வெளியீடு '1' ஆகும். இதனால் உம்மிணைக் கதவு செயலியக்க நிலையில் அமைகிறது. ஆகவே துடிப்பு உம்மிணைக் கதவினைக் கடந்து செல்கிறது. இத்துடிப்பின் காரணத்தால் எண்ணி எண்ணுதலில் ஒருநிலை முன் செல்கிறது. இப்போது தோன்றும் எண்ணிக்கை 001. இந்த உள்ளீடு ஏழு துண்டுக் காட்சியைத் தூண்டுவிக்க, காட்சியில் பத்தடி 1 தோன்றுகிறது. உள்ளீடு 001, D/A மாற்றிக்குக் கொடுக்கப்படுகிறது. எண்ணியிலிருந்து 3.2 வோல்ட் அளவு மின்னழுத்தம் 150 கிலோ ஓம் கொண்ட மின்தடை வழியாகச் செயற்பாடு பெருக்கியின் மின்னழுத்தம் பெருக்கம்

$$A_v = R_f/R_{in} = 47,000/1,50,000 = 0.31$$

வெளியீடு மின்னழுத்தம் = மின்னழுத்தப் பெருக்கம் x உள்ளீடு மின்னழுத்தம்

$$\therefore V_0 = A_v \times V_{in}$$

$$= 0.3 \times 3.2$$

$\therefore V_0$ = 1 வோல்ட்

D/A மாற்றியின் வெளியீடு மின்னழுத்தம் -1 வோல்ட். இஃது IV ஒப்பிடுவானுக்கு பின்னூட்டப்படுகிறது.

இப்போதும் ஒப்பிடுவான் A, B மதிப்புகளை ஒப்பிடுகிறது இந்நிலையிலும் உள்ளீடு A அதிகமாகும். ஆகவே உம்மிணைச் கதவிற்கு வாதியல் '1' உள்ளீடாக கொடுக்கப்படுகிறது. ஆகவே உம்மிணைக் கதவு இரண்டாவது துடிப்பினை எண்ணிக்குக் கொடுக்கிறது. ஆகவே எண்ணி 001-லிருந்து 010-ற்கு முன்னேறுகிறது. ஆகவே ஏழு துண்டுக் காட்சியில் பத்தடி எண் 2 தோன்றுகிறது. D/A மாற்றியின் வெளியீடு 2 வோல்ட் இஃது ஒப்பிடுவானுக்கு பின்னூட்டப்படுகிறது.

இப்போதும் ஒப்பிடுவான் A, B ஆகியவற்றை ஒப்பிடுகிறது. இப்போது B, A ஐவிட சிறிதளவு அதிகமாக இருக்கும். ஆகவே ஒப்பிடுவானின் வெளியீடு வாதியல் '0'ற்குச் செல்கிறது. ஆகவே உம்மிணைக் கதவு செயல்முடக்கம் அமைகிறது. ஆகவே எண்ணியை எந்தத் துடிப்பும் அடைவதில்லை. எண்ணுதல் 2-ல் நின்றுவிடுகிறது. இஃது உள்ளீடாகக் கொடுக்கப்பட்ட ஒப்புமை மின்னழுத்தமாகும். இவ்வாறு எண்ணிலக்க வோல்ட் மீட்டர் செயல்படுகிறது.

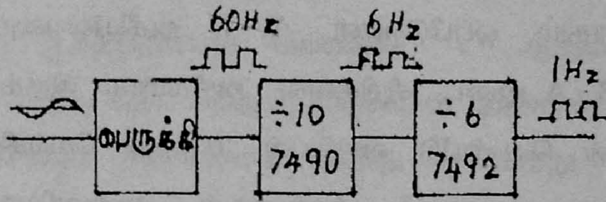
10.18.4 எண்ணிலக்கக் கடிகாரம்

எண்ணிகளையும், மறுகுறியீடுவானையும் பயன்படுத்தி எண்ணிலக்கக் கடிகாரம் அமைக்கலாம். மணி, நிமிடம், வினாடி ஆகியவற்றைத் தனித்தனியாகக் காட்டும் கடிகாரம் அமைக்க வேண்டுமெனக் கொள்வோம். இவ்வமைப்பிற்கு நாம் பயன்படுத்தும் மின்திறனின் அதிர்வெண் 60Hz. ஆகவே நமது அமைப்பில் இச்சைகையை அடிப்படைக் கடிகார அதிர்வெண்ணாகப் பயன்படுத்தலாம்.

ஒரு வினாடியில் ஒரு சுற்றுவீதம் மாறுபடுகின்ற துடிப்பினைப் பெறுவதற்கு 60Hz திறன் மூலத்தை 60ஆல் வகுக்க வேண்டும்.

இவ்வாறு பெறப்பட்ட 1Hz அலை வடிவினை மீண்டும் 60ஆல் வகுக்க ஒரு நிமிடத்தில் ஒரு சுற்றுவீதம் மாறுபடுகின்ற துடிப்பு கிடைக்கிறது. இவ்வாறு பெறப்பபட்ட துடிப்பினை மீண்டும் 60-ஆல் வகுக்க ஒரு மணி நேரத்தில் ஓர் அலைவடிவம் தோன்றுகிறது. இதுவே எண்ணிலக்கக் கடிகாரம் அமைப்பதில் பயன்படுத்தப்படும் அடிப்படைத் தத்துவம்.

எண்ணிலக்கக் கடிகாரங்களில் செயற்பட வேண்டிய செய்கைகளைக் குறிக்கும் வினைக்குறிப்படம், படம்.10.26-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



படம்.10.26

முதலாவது 60-ஆல் வகுப்பான் எண்ணி 60Hz திறன் சைகையை வகுத்து 1Hz சதுர வடிவ அலையாக மாற்றுகிறது. இரண்டாவது 60-ஆல் வகுப்பான் எண்ணி ஒரு வினாடிக்கு ஒரு முறை தன் நிலையை மாற்றுகிறது. இது 60 தனிப்பட்ட நிலைகள் கொண்டுள்ளது. இதனை மறுகுறியடுவான் வினாடியாகக் காட்சிப்படுத்தவேண்டும். ஆகவே இந்த எண்ணியை வினாடி எண்ணி என அழைப்பர்.

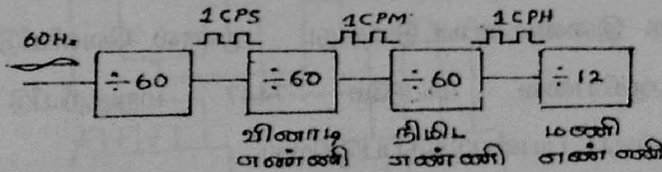
மூன்றாவது 60ஆல் வகுப்பபான் எண்ணி, ஒரு நிமிடத்திற்கு ஒரு முறை தன் நிலையை மாற்றுகிறது. இதுவும் 60 தனிப்பட்ட நிலைகள் கொண்டுள்ளது. இதனை நிமிட எண்ணி என அழைப்பர்.

கடைசியாக அமைந்துள்ள எண்ணி 60 நிமிடத்திற்கு ஒரு முறை தன் நிலையை மாற்றுகிறது. இது 10ஆல் வகுப்பான்

எண்ணியால் வகுக்கப்பபட்டால், 10 தனிப்பட்ட நிலைகள் கொண்டிருக்கும். இதனை மணி எண்ணி என அழைப்பர்.

மேற்கண்ட செயற்பாடுகளைச் செய்வதற்கு நாம் எளிய சுற்றினை அமைக்க வேண்டும். முதல் எண்ணி 60-ஆல் வகுக்கப்படவேண்டும். ஆனால் இது மறுகுறியிட வேண்டிய அவசியம் இல்லை. ஆகவே, இதனை மிகக் குறைந்த எண்ணிக்கை கொண்ட நிலைமாறிகளைப் பயன்படுத்தி அமைக்கலாம்.

எடுத்துக்காட்டாக 60ஆல் வகுப்பான் எண்ணியை, எண்ணிகளைத் தொடராகப் பிணைத்து அமைக்கலாம். (10 x 5 = 60 அல்லது 10 x 6=60) TTL 7490 பத்தடி எண்ணியை 10 ஆல் வகுப்பான் எண்ணியாக்கப் பயன்படுத்தலாம்.



படம்.10.27

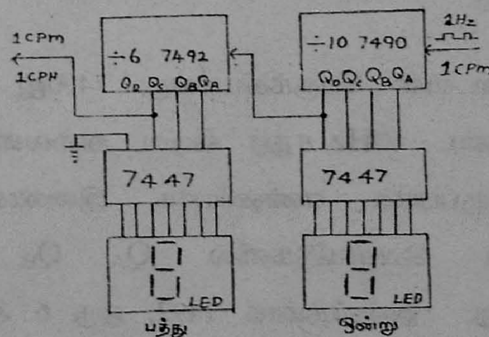
TTL MSI 7490 எண்ணியை 6 ஆல் வகுப்பான் எண்ணியாகப் பயன்படுத்தலாம். இவை இரண்டையும் ஒன்றாக இணைக்கும்போது 60ஆல் வகுப்பபான் எண்ணி கிடைக்கிறது. இது படம் 10.27-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

உள்ளீட்டில் உள்ள பெருக்கியானது 7490ஐ இயக்குவதற்கு தகுந்த வீச்சு கொண்ட 60Hz சதுர வடிவ அலையைத் தருகிறது. 7492, 10ஆல் வகுப்பான் எண்ணியாக இணைக்கப்பட்டுள்ளது. ஆனால் இவற்றின் வெளியீடுகளில் Q_A, Q_B, Q_C மட்டுமே பயன்படுத்தப்படுகிறது. இவ்விதமாக 7492, ஒரு 6 ஆல் வகுப்பான் எண்ணியாகச் செயற்படுகிறது.

இவ்வமைப்பில் உள்ள வினாடி எண்ணியும் 60ஆல் வகுப்பானேயாகும். ஆகவே, மேற்கூறிய முறைப்படியே இதனையும் அமைக்கலாம். இருப்பினும் வினாடி எண்ணி மறுகுறியிடப்பட வேண்டும். மறுகுறியிடலில் 1 நிமிடத்தில் 60 வினாடிகளையும் குறிக்க வேண்டும். Mod-10 எண்ணியை Mod-6 எண்ணியுடன் தொடராக இணைத்து 60ஆல் வகுப்பான் எண்ணி அமைக்கலாம். Mod-10 எண்ணி வினாடியின் ஒன்றாவது நிலையைக் குறிப்பதற்கு மறுகுறியீடு செய்யலாம். இதேபோன்று Mod-6 எண்ணி வினாடியின் பத்தாவது நிலையைக் குறிப்பதற்கு மறுகுறியீடு செய்யலாம்.

7490, 7492 ஆகிய இரு எண்ணிகளும் நேரடி 8421 இருநிலை எண் எண்ணிகளாகும். ஆகவே 7447 மறுகுறியீடு ஒடடி இரு 7-துண்டு காட்டிகளையும் இயக்குவதற்குப் பயன்படுத்தலாம். இது படம் 10.28-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது. 7492, 10ஆல் வகுப்பான் எண்ணியாக இணைக்கப்பட்டுள்ளது. ஆனால் வெளியீடுகள் Q_A, Q_B, Q_C ஆகியவை மட்டுமே 7447 மறுகுறியீடு ஒட்டியை இயக்குவதற்குப் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

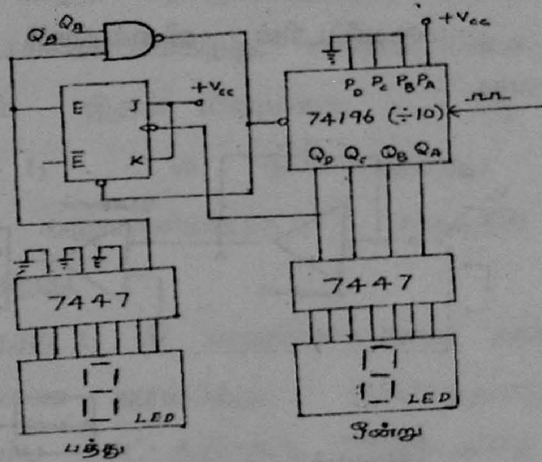
நிமிட எண்ணியும் வினாடி எண்ணியைப் போன்றதேயாகும். ஆனால் இது வினாடி எண்ணியின் 1 நிமிடத்தில் தோன்றுகின்ற சதுர அலைவடிவால் இயக்கப்படுகிறது. இதன் வெளியீடு ஒரு 1 CPh சதுர அலைவடிவமாகும்.



படம்.10.28

10-ஆல் வகுப்பான் எண்ணி, மணியைக் காட்சிப்படுத்த, 10 நிலைகளாக மறுகுறியிட வேண்டும். ஒரு Mod-10 பத்தடி எண்ணியை ஓர் ஒற்றை நிலைமாறியுடன் தொடராக இணைத்து மேற்கூறிய அமைப்பைப் பெறலாம். இது 20-ஆல் வகுப்பான் எண்ணியாக அமைகிறது. Mod-10 எண்ணியாக அமைப்பதற்குப் பின்னூட்டம் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

மணி எண்ணி நிலைகள் 01,02, ...11 ஆகியவற்றை எண்ணி மீண்டும் 00 நிலைக்குத் திரும்ப வேண்டும். படம் 10.29-ல் உள்ள எதிர்ம உம்மிணைக் கதவு எண்ணுதல் 11 லிருந்து எண்ணுதல் 10-ற்கு முன்னேறும்போது, தாழ்நிலைக்குச் செல்கிறது.



படம்.10.29

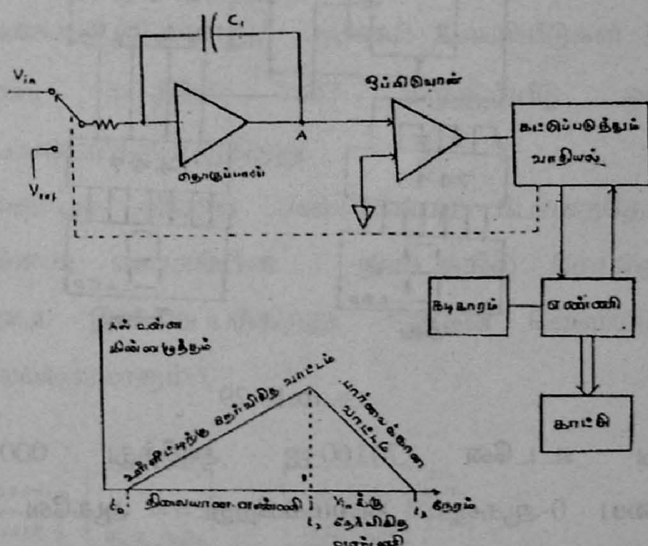
இ்.து உடனே 74160-ஐ அழித்து 0000 ஆகவும், நிலைமாறியை 0-ஆகவும் அமைக்கிறது. ஆகவே உண்மையில் எண்ணி 11-லிருந்து 00-விற்குத் தாவுகிறது. 74160 மணியின் ஒன்றாவது நிலையையும், நிலைமாறி மணியின் பத்தாவது நிலையையும் காட்டுகிறது.

10.18.5. எண்ணிலக்க மல்டிமீட்டர்

பல நெடுக்கங்களில் அளக்கக்கூடிய வோல்ட்மீட்டர், அம்மீட்டர், ஓம் மீட்டர் மூன்றையும் தன்னுள் அடக்கியது

மல்டிமீட்டர் ஆகும். எண்ணிலக்க மல்டிமீட்டர் உயர் உள்ளீடு மின்னெதிர்ப்பும், உயர்ந்த துல்லியமும், பகுதிறனும் கொண்டது. பொதுவாக இவை தானியங்கிச் சுழி அமைவுப் பண்பும் கொண்டுள்ளமையால், இதனைப் பயன்படுத்தி அளவீடு செய்யும்போது, நாம் எந்தவிதமான சீரமைப்பும் செய்ய வேண்டிய அவசியம் இல்லை.

எண்ணிலக்க மல்டிமீட்டர் உள்ளீடு ஒப்புமை சைகையை எண்ணிலக்க இணைமாற்றாக மாற்றிக் காட்சியில் தோன்றச் செய்கிறது. உள்ளீடு ஒப்புமை சைகை ஒரு திசை மின்னழுத்தமாகவோ, மாறுதிசை மின்னழுத்தமாகவோ, ஒரு திசை அல்லது மாறுதிசை மின்னோட்டமாகவோ மின்தடையாகவோ இருக்கலாம். மல்டிமீட்டரின் வினைக்குறி படம் 10.30-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



படம்.10.30

எண்ணிலக்க மல்டி மீட்டரின் முக்கிய பகுதி ஒப்புமை எண்ணிலக்க மாற்றியாகும். ஒப்புமை மின்னோட்டம் அல்லது மின்னழுத்தம் ஆகியவற்றை எண்ணிலக்க மின்னோட்டம் அல்லது மின்னழுத்தமாக மாற்றுவதற்கு A/D மாற்றி பயன்படுத்தப்படுகிறது.

பல வகைகளில் ஒப்புமையை எண்ணிலக்கமாக மாற்றலாம். மல்டிமீட்டரில் மிக அதிகமாகப் பயன்படுத்துவதும் முக்கியமானதும் இரட்டை வாட்ட உத்தியாகும், இதற்காகப் படம் 10.30-ல் காட்டியுள்ளதுபோல் கருதுவோம். நேரம் t_1ல் மாற்றப்பட வேண்டிய உள்ளீடு மின்னழுத்தம் V_{in}தொகுப்பானுக்குக் கொடுக்கப்படுகிறது. உள்ளீடு மின்னழுத்தம் V_{in} -ற்கு நேர்விகித வீதத்தில் மின்தேக்கி C_1 மின்னூட்டமடைகிறது.

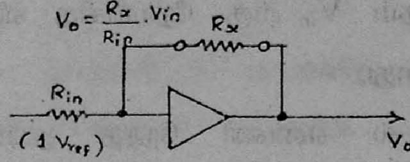
நேரம் t_1 – ல் எண்ணி நேரத் துடிப்புகளை எண்ணத் தொடங்குகிறது. எண்ணுவதற்காக முன்பே திட்டமிட்ட நேரத்துடிப்பு எண்ணிக்கை எண்ணப்பட்டவுடன் கட்டுப்பாடு வாதியல் தானாகவே தன் நிலையை மாற்றி தொகுப்பானுக்குப் பார்வை மின்னழுத்தம் V_{ref} –ஐ உள்ளீடாக அமைக்கிறது. பார்வை மின்னழுத்தம் தெரிந்த மின்னழுத்தமாகும். இதன் மின்முனை V_{in} – க்கு எதிரானதாகும். இது நேரம் t_2 – ல் நடைபெறுகிறது. இப்போது V_{ref} –ஆல் அனுமானிக்கப்பட்ட வீதத்தில் மின்தேக்கி மின்னிறக்கமடைகிறது.

எண்ணி நேரம் t_2 – ல் 'மறுநிலையமைவு' அடைந்து மீண்டும் துடிப்புகளை எண்ண ஆரம்பித்து. இச்செயற்பாடு தொகுப்பான் வெளியீடு ஆரம்ப மட்டத்திற்குத் திரும்புவதை ஒப்பிடுவான் காட்டும்வரை தொடர்கிறது. இது நேரம் t_2 – ல் முடிவடைகிறது.

எண்ணியல் தோன்றுகின்ற எண்ணிக்கை உள்ளீடு மின்னழுத்தத்திற்கு நேர் விகிதத்தில் அமையும். மின்தேக்கி மின்னிறக்கமடைய எடுத்துக்கொள்ளும் நேரம் அது பெற்றுள்ள மின்னூட்டத்திற்கு நேர் விகிதத்தில் அமையும். மின்தேக்கி பெற்றுள்ள மின்னூட்டம் உள்ளீடு மின்னழுத்தத்திற்கு நேர்விகிதத்தில் அமையும். இதன் காரணத்தாலேயே எண்ணிக்கை உள்ளீடு மின்னழுத்தத்திற்கு நேர்விகிதத்தில் அமைகிறது.

எண்ணியில் உள்ள எண்ணிக்கை அளவிடப்பட்ட அளவீட்டினைக் குறிக்க காட்சிப்படுத்தப்படுகிறது.

எண்ணிலக்க மல்டி மீட்டரின் முன் பகுதியில் எண்ணிலக்க எண் காட்டுவதற்கும், மேலும் நெடுக்கம் மற்றும் உணர்வு நுட்பம் தேர்ந்தெடுப்பதற்கான சுற்றுகள் அமைக்கப்பட்டிருக்கும்.



படம் 10.31

A/D மாற்றிக்குக் கொடுக்கப்படும் உள்ளீடு மின்னழுத்தம் D-C-ஆக இருக்க வேண்டும். ஆகவே மாறுதிசை மின்னழுத்தங்களை அளவிட முதலில் இவற்றை D-C-ஆக திருத்தப்படுகிறது. இது சைன் வடிவ வடிவத்திற்கான rms மதிப்பு கொண்ட சராசரி மதிப்பிற்கு நேர்விகிதம் கொண்ட D-C மின்னழுத்தத்தை இயங்குகிறது. இதனால் தோன்றுகின்ற மின்னழுத்தம் தொகுப்பானுக்கு அளிக்கப்படுகிறது.

நெடுக்க மின்தடை வழியாக 1 வோல்ட் பார்வைச் சைகையைப் பெருக்கியின் உள்ளீட்டிற்குக் கொடுத்து மின்தடை அளவிடப்படுகிறது. அளவிடப்படவேண்டிய மின்தடை படம் 10.31-ல் காட்டியவாறு மின்னூட்ட மின்தடையாக அமைக்கப்பட்டுள்ளது. பெருக்கியின் வெளியீடு தெரியாத மின்தடைக்கும், நெடுக்க மின்தடைக்கும் உள்ள தகவிற்கு நேர்விகிதத்தில் அமையும்.

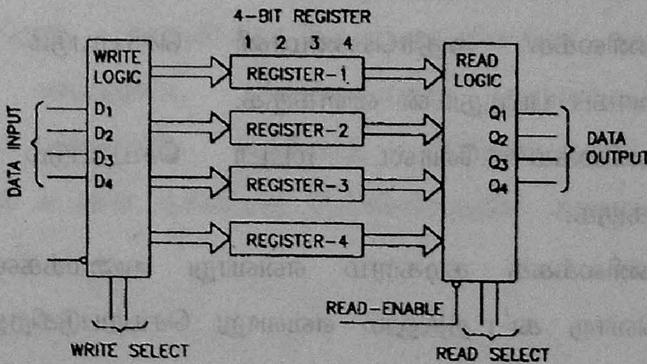
கேள்விகள்

1. இரண்டடிமான அலை எண்ணிக்கையை விவரி.
2. பின்னூட்டமுடைய ஒரே நேரச் செயல்பாடற்ற எண்ணிகளை விவரி
3. இணை எண்ணிகளை விளக்குக.
4. குற்றலைத் தொடர் எண்ணிகள் அல்லது அலை எண்ணிகள் என்றால் என்ன?
5. நான்கு அலகு உயர் அலை எண்ணியை விளக்குக.
6. நான்கு அலகு ஈரடி அலை கீழ் எண்ணியை விளக்குக.
7. நான்கு அலகு ஈரடி அலை மேல்/கீழ் எண்ணி விளக்கமாக விளக்குக.
8. ஒத்துள்ள எண்ணி என்றால் என்ன?
9. நான்கு அலகு மேல் ஒத்துள்ள எண்ணி என்றால் என்ன?
10. நான்கு அலகு கீழ் ஒத்துள்ள எண்ணி என்றால் என்ன?
11. நான்கு அலகு ஈரடி அலை மேல்/கீழ் ஒத்துள்ள எண்ணி விளக்கமாக விளக்குக.
12. பத்தடி எண்ணியை விளக்குக.
13. BCD எண்ணியை விவரி.
14. வளைய எண்ணியை விவரி.
15. எண்ணிலக்க அதிர்வெண்மானி செயற்படும் விதத்தை விரிவாகப் படத்துடன் விளக்குக.
16. எண்ணிலக்க வோல்ட் மீட்டர் செயற்படும் விதத்தை விளக்குக.
17. எண்ணிலக்கக் கடிகாரம் எவ்வாறு அமைக்கலாம்? அது ஒவ்வொரு கட்டத்திலும் எவ்வாறு செயற்படுகிறது? தகுந்த படத்துடன் விளக்குக.
18. எண்ணிலக்க மல்டிமீட்டர் செயற்படும் விதத்தை விளக்குக.

எண்ணிலக்க நினைவகங்கள் மற்றும் அமைப்புகள் (Digital Memories and Systems)

11.1. பதிவு கோப்புகள் (Register files)

நாம் நினைவகச் சாதனங்களின் செயல்பாடுகளைப் புரிந்துகொள்வதற்கு பதிவி சம்பந்தமான நடைமுறையைப் பயன்படுத்துகிறோம். இக்கருவி குறிப்பிட்ட சில பதிவிகளால் உண்டாக்கப்பட்டதாகும். இது கொடுக்கப்பட்ட தகவல்களைக் கட்டங்களாக (Blocks) அல்லது ஓர் அலகின் குழுவாக உள்ள ஒரு வார்த்தையாகச் (word) சேமிப்பதற்கும் பயன்படுகிறது. இந்தப் பதிவுக் கோப்பு நான்கு பதிவிகளை (Register) உள்ளடக்கியதாகும். ஒவ்வொரு பதிவிலும் 4 அலகு அளவிலான செய்திகளைச் சேகரிக்கலாம். மேலும் 4 நிலைகள் அல்லது 4 ஈரடியாக கூட இருக்கும். அதாவது இது ஒரு நான்கு அலகிலான 4×4 பதிவுக் கோப்பாகும். பதிவு கோப்பு கருவியைக் கீழ்கண்ட 11.1 படத்தில் காணலாம்.



படம் 11.1

எழுத்து வரி இயக்கமாக இருக்கும் போது அமைப்பு நிலைக்கு ஏற்ப உயர் அல்லது தாழ் நிலையில் கொடுக்கப்பட்ட குறிப்பு உள்ளீட்டுத் தகவலானது, நான்கு அலகுகளும் (D_1 D_2 D_3 D_4) என்ற எண் குறித் தொகுதியால் எழுத்து தேர்வு வரிகளில் ஒவ்வொரு பதிவிலும் சேகரிக்கப்படுகிறது. எழுத்து தேர்வு உட்பாடுகளை (Write select input) தேர்வு செய்ய நாம் 1,2,3,4 பத்திகளில் ஏதேனும் ஒன்றைத் தேர்வு செய்து கொள்ளலாம். எடுத்துக்காட்டாக, நாம் D_2-ஐ தேர்வு செய்தால் தகவலானது கூடு 3-ல் சேகரிக்கப்படுகிறது. அதாவது தகவலானது கூடு 3-ல் ஒவ்வொரு பதிவிலும் பின்வருமாறு சேகரிக்கப்படுகிறது.

அலகு D_1 ஆனது பதிவு 1ல் உள்ள கூடு 3-லும்,

அலகு D_2 ஆனது பதிவு 2ல் உள்ள கூடு 3-லும்,

அலகு D_3 ஆனது பதிவு 3ல் உள்ள கூடு 3-லும்,

அலகு D_4 ஆனது பதிவு 4ல் உள்ள கூடு 3-லும்,

எனச் சேகரிக்கப்படுகிறது. எவ்வாறாக இருப்பினும் கோப்பு பதிவிகள் மொத்த 16 அலகிலான தகவல்களில் நான்கு, நான்கு அலகுகளாகத் தகவல்களையுப் பெற்று, பதிவிகோப்புகளில் வரிசைப்படி ஈரடி வடிவில் சேமிக்கப்படுகின்றன.

நினைவகத்தில் பதியப்பட்ட தகவலானது படிக்கவோ அல்லது வெளியில் திரும்பப் பெறவும் இரட்டை அலகு குறியீடுகளைப் படிக்க இயக்க செயல்பாடுகளைத் தயார்படுத்தப்படும். படிக்கப் பயன்படுத்தப்படும் முறையானது குறி வடிவிலான உள்ளீடுகள் இயக்கமாகப் பயன்படுத்தும்போது, அதனைத் தேர்வுவரிகளில் எழுதவேண்டும்.

நினைவகத்திலிருந்து சேமிக்கப்பட்ட தகவலானது வெளியே எடுக்கவோ அல்லது படிக்கவோ செய்ய திரும்ப இயலும் நிலையானது ஓர் ஈரடி குறியினைத் தேர்வு வரியில் படிக்கச்செய்யும். இவ்வாறு தேர்வு வரியில் கொடுக்கப்பட்ட குறியீடு மற்றும் படிக்கத் தேர்வு செய்யப்படும். இதனால் இயக்க நிலையிலும் தொடர்ந்து தாழ் நிலையாகக் காட்டப்படும். நினைவாக அறையில் சேமிக்கப்பட்ட (படிக்க வரிசை குறியில் உள்ளது) தகவலானது படிக்க, வாதியல் முறையில் தகவல் வெளியீட்டிற்கு முறையாக எடுத்துச் செல்லும்.

இவ்வாறு பதிவுகோப்புகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

11.1.1. நினைவகங்கள் (Memories)

நிலை மாறிலிகள் ஈரடி தகவலைத் (binary data) சேமிப்பு (store) செய்வதற்காக பயன்படுகிறது. இதையே நினைவு அறை (memory cell) அல்லது நினைவகம் (memory) என்கிறோம். இந்த நினைவக அறைகள் கணினியின் நிகழ்வினை (program) சேமிப்பு செய்வதற்காகப் பயன்படுகிறது. மேலும் சேமிக்கபட்டிருக்கும் தகவலை அதிலிருந்து தேவையான போது எடுத்துக்கொள்ளலாம்.

இக்காலத்தில் தயாரிக்கப்படும் கணினிகளில் குறைக்கடத்து நினைவகங்களே (semi conductor memory) அதிகமாகப் பயன்படுகிறது. இவ்வகை நினைவகம் காந்த நினைவகத்துடன் ஒப்பிடும் போது அதிக வேகத்தில் வேலை செய்யக்கூடியது. குறைந்த இடத்தில், அதிகமான நினைவு அறை (சிறிய அளவுகளில்) வைக்க கூடியதாவும் இருக்கிறது.

11.1.2. பதிவேடுகள் (Registers)

பல எண்ணிலக்க அமைப்புகளில் ஒரு பதிவேடு (Register) முக்கிய பங்கு பெறுகிறது இருநிலைச் செய்திகளைச் சேமிப்பதற்க்கு இது பயன்படுகிறது. மேலும் கணக்கீடுகளில்

இருநிலைப்பதிவேடு முக்கிய பங்கு பெறுகிறது. இருநிலைச் செய்திகளை சேமிப்பதற்கு இது பயன்படுகிறது.

சுருங்கக் கூறின், ஒரு திறனான ஈரடி அறைகளைக் கொண்டது ஒரு பதிவேடு ஆகும். பதிவில் n அலகிலான ஈரடி செய்திகளையும் சேமிப்பதற்கு n அலகிலான குறைக்கடத்தி பதிவிகள் உள்ளன. பதிவிகளில் ஈரடி வார்த்தைகளை பதிவு செய்ய இணையான நிலைமாறிகள் உள்ளன. எடுத்துகாட்டாகக் கூட்டல், கழித்தல், பெருக்கல் போன்ற கணக்கீடுகள் பதிவேடுகள் மூலம் செய்யப்படுகிறது.

11.1.3. குறைக்கடத்து நினைவகங்கள் (Semiconductor Memories)

குறைக்கடத்து பொருட்களைப் பயன்படுத்திப் பல வகைப்பட்ட அளவுகளில் பல வகையான நினைவகங்கள் உருவாக்கப்படுகிறது. இது சிறிய அளவு, குறைவான விலை, அதிகமான வேகம், அதிக நம்பகத்தன்மை, மேலும் நினைவகத்தின் அளவினை எளிதாக அதிகமாக்குதல் போன்ற சீரிய தன்மைகளை ஒருங்கே கொண்டுள்ளதால் மிக அதிகமாகப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. குறைக்கடத்து நினைவகமானது (Semi conductor memories) ஈர்புல டிரான்சிஸ்டர் (bipolor transistor) மற்றும் MOS டிரான்சிஸ்டர் கொண்டு ஒருங்கிணைந்த மின்சுற்றாக (IC) உருவாக்கப்படுகிறது.

குறைக்கடத்து நினைவகம் பொதுவாக இருபிரிவுகளாகப் பிரிக்கபடுகின்றது. முறையே,

i) சுமவாய்ப்பு அணுகு நினைவகம் (RAM)

ii) படிக்க மட்டும் உள்ள நினைவகம் (ROM) ஆகும்.

இவைகளைப் பயன்படுத்தி பேரளவிலான தகவல்களைப் பதிவு செய்யலாம்.

11.1.4. நினைவகங்களின் வகைப்பாடு மற்றும் சிறப்பியல்புகள்

நினைவகமானது அதன் இயக்கம், இயற்பியல் சிறப்பியல்புகள், அணுகும் முறை மற்றும் உருவாக்க தொழில்நுட்பம் ஆகியவற்றைப் பொருத்து பலவாறு பிரிக்கப்படுகின்றன.

11.1.5. இயக்க நெறிமுறை

நினைவகமானது அதன் செயலாற்றும் தன்மையினைப் பொருத்துக் கீழ்கண்டவாறு பிரிக்கப்படுகின்றது.

i) வரிசை அணுகுமுறை நினைவகம் (Sequentially accessed memory)

ii) படிக்க எழுதும் நினைவகம் (Read and write memory - RAM (or) RWM)

iii) படிக்க மட்டும் நினைவகம் (Read only memory – ROM)

iv) உள்ளடக்க முகவரியுள்ள நினைவகம் (Content addressable memory – CAM)

வரிசை அணுகுமுறை நினைவகத்தில் எழுதுதல் மற்றும் படித்தல் செய்யும் தன்மைகள், வரிசை முறையில் இருக்கும். அதாவது வரிசையாக இருக்கும். எனவே ஒவ்வோர் இடத்திலும் தகவலினைப் படிக்க அல்லது எழுதச் செய்கின்ற நேரமானது முகவரியைப் பொறுத்து வித்தியாசமாக இருக்கும்.

வரிசை அணுகுமுறை நினைவகமானது இடம் பெயரும் பதிவி மற்றும் மின்னூட்ட இணைப்புச் சாதனங்கள் (charge coupled devices) என இரு பிரிவுகளாகப் பிரிக்கப்படுகின்றன.

இடம் பெயர் பதிவியானது நிலை மற்றும் இலக்க நிலை என இரண்டு வகைகளில் காணப்படும். நிலை நினைவகங்களில்

கொடுக்கப்படுகின்ற தகவல்கள் அதற்குக் கிடைக்கப்பெறும் மின்சாரமானது திறப்பு நிலையில் அழியாமல் அப்படியே இருக்கும். மின்சாரமானது மூடியவுடன் அழிந்துவிடும். ஆனால் இயக்க நினைவகங்களில் கொடுக்கப்படும் தகவல்கள் MOS மின்தேக்கிகளில் தேக்கப்பட்டு, புதுப்பிக்கப்படுகிறது. இதனால் மேலுள்ள தகவல்கள் மின்சாரம் இருந்தால் கூட சிறிது நேரத்தில் அழிந்து விடும். எனவே இதனை 2 நிமிடங்களுக்கு ஒருமுறை திரும்பத் திரும்ப சேமிப்பு செய்து கொண்டே இருக்க வேண்டும், இல்லையெனில் தகவல் அழிந்து விடும். இயக்க நினைவகமானது, நிலை நினைவகத்தைவிட எளிய, குறைவான மின்சாரம் தேவைப்படுகின்ற மற்றும் அதிகமான அடர் நெருக்கம் (packing density) கொண்டதுமான, குறைந்த விலையினைக் கொண்ட நினைவகமாகும்.

. மின்சுமை இணைப்புச் சா தனங்கள் (CCDs), கள் MOS தொழில்நுட்பம் மூலம் தயார் செய்யப்படுகின்றன. இது குறைவான விலைகொண்டதாகவும், அதிகளவு நெருக்கம் (density) கொண்டதாகவும் இருக்கும்

படிப்பு மற்றும் எழுதும் நினைவகமானது RAM எனப்படும். இது நிலை மற்றும் இயக்கம் என இரண்டு பிரிவுகளைக் கொண்டது. இதுவும் வரிசை அணுகுமுறை நினைவகம் போன்று செயல்களைச் செய்யும் தன்மை கொண்டது. ஆனால் RAM ல் எந்த ஓர் இடத்திலும் நேரடியாக தகவலினைப் படிக்க மற்றும் எழுத செய்து கொள்ளலாம். எனவே அனைத்து இடங்களிலும் உள்ள தகவலினைப் படிக்க எழுதச் செய்கின்ற நேரமானது ஒரேயளவு கொண்டதாக இருக்கும்.

ROM படிக்க மட்டுமே செய்ய முடியும், எழுதுதல் செய்ய முடியாது. துகவலினைப் பதிவு செய்வது சிறிது கடினமாகும்,

ஆனால் பதியப்பட்ட தகவல்கள் நிலையாக இருக்கும். இதில் அனைத்து இடங்களிலிருந்தும் தகவலினைப் படிக்கச் செய்கின்ற நேரமானது ஒரே மாதிரியாக இருக்கும்.

PROM (Programable Read Only Memory) என்பது திட்ட நிரலாக்கு படித்தல் மட்டும் நினைவகம் எனப்படும். இதில் நமக்குத் தேவையான தகவல்களை, நிரலாக்கத்தினை (programmer) பயன்படுத்திப் பதிவு செய்து கொள்ளலாம். இதில், ஒரே முறை மட்டுமே தகவல்களைப் பதிவு செய்ய முடியும், பின்பு மாற்றவோ அல்லது அழிக்கவோ முடியாது.

சில வகையான நினைவகங்களில் ஏற்கனவே பதிவு செய்யப்பட்டுள்ள தகவல்களை அழித்துவிட்டு தேவையான தகவல்களைத் திரும்பவும் பதிவு செய்து கொள்ளலாம். இதனைத் திரும்பத் திரும்ப நிரலாக்கம் செய்ய முடியும். இத்தகைய நினைவகமானது அதிலுள்ள தகவல்களை அழிக்கும் முறையினைப் பொருத்து இரண்டு விதமாகப் பிரிக்கப்படுகிறன்து.

i. அழியும் திட்ட நிரலாக்கு படித்தல் மட்டும் நினைவகம். (Erasable programmable read only memory) EPROM
ii. மின்சாரத்தால் அழியும் திட்ட நிரலாக்கு படித்தல் மட்டும் நினைவகம். (Electically Erasable programmable read only memory) EEPROM

EPROM ல் உள்ள தகவல்களைப் புற ஊதாக் கதிர்களைப் பயன்படுத்தி அழிக்கப்படுகிறது. இதற்கு IC -ஐ தனியாக எடுத்து அதன் மீது புற ஊதா கதிர்களை quality window -வின் வழியாக 30 நிமிட நேரம் செலுத்த வேண்டும். அப்பொழுது நினைவகச் சில்லில் உள்ள அனைத்துத் தகவல்களும் அழிந்து விடும், மேலும் இதனை அழிக்க அதிக நேரமாகும்.

EEPROM ல் உள்ள தகவல்களை அழிக்க மென்பொருள் பயன்படுத்தபடுகிறது. இதில் IC ஐ அதன் இடத்தில் இருந்து தனியாக எடுக்காமல், சுற்றில் அப்படியே வைத்துக் கொண்டு அழிக்கலாம். இதிலும் அனைத்துத் தகவல்களும் ஒரே நேரத்தில் அழிந்து விடும்.

EAPROM என்பது Electically Alterable Erasable programmable Read Only Memory) ஆகும். இதுவும் EEPROM போன்றது ஆகும். ஆனால் இதில் தேவைப்படுகின்ற இடங்களில் உள்ள தகவல்களை மட்டும் மாற்றவோ அல்லது அழிக்கவோ செய்யலாம் IC ஐ தனியாக எடுக்காமல் அப்படியே வைத்துக் கொண்டு மென்பொருள் உதவியுடன் இத்தகைய செயல் செய்யப்படுகிறது. EEPROM மற்றும் EAPROM -களில் உள்ள தகவலினை அழிக்கத் தேவைப்படும் நேரமானது குறைவாக இருக்கும்.

உள்ளடக்க முகவரியுள்ள நினைவகம் என்பது சிறப்புத் தன்மை வாய்ந்த ஒரு RAM ஆகும். இதிலும் தகவல்களைப் படிக்க எழுதுதல் செய்து கொள்ளலாம்.

11.1.6. இயற்பியல் சிறப்பியல்புகள்

இயற்பியல் சிறப்பியல்புகளைப் பொருத்து நினைவகமானது கீழ்கண்டவாறு பிரிக்கப்படுகிறது

i) அழிக்கும் மற்றும் அழிக்கயியலா நினைவகங்கள் மற்றும்

ii) நிலையில்லா (volatile) அல்லது நிலையான நினைவகங்கள் (non – volatile memory)

i) அழிக்கும் மற்றும் அழிக்கயியலா நினைவகங்கள்

ஒரு நினைவகத்தில் ஏற்கனவே பதிவு செய்யப்பட்டுள்ள தகவல்களை அழித்துவிட்டு புதிய தகவல்களை அதில் பதிவு செய்து கொள்ளும் தன்மை கொண்ட நினைவகமானது, அழிக்கமுடியும் நினைவகம் . எனப்படும். ஒரு முறை பதிவு செய்யப்பட்ட தகவல்களை அழிக்க முடியாத மற்றும் புதிய தகவல்களைப் பதிவு செய்ய முடியாத நினைவகமானது **அழிக்கயியலா நினைவகம்** எனப்படும்.

அழிக்கும் நினைவகமானது பகுதி, பகுதியாக அழிக்கவும் மற்றும் முழுமையாக அழிக்கக் கூடியது என இரண்டு பிரிவுகளைக் கொண்டுள்ளது. எந்த ஓர் இடத்திலும் உள்ள தகவலை அழித்துவிட்டு புதிய தகவலைப் பதிவு செய்து கொள்ளலாம்.

எடுத்துக்காட்டு: EAPROM, RAM மற்றும் CAM

முழுமையாக அழிக்கும் நினைவகத்தில் தகவல்களை மாற்றுகின்ற போது நினைவாகச் சில்லில் உள்ள அனைத்துத் தகவல்களும் அழிந்து விடும். இதற்குப் புற ஊதாக்கதிர்கள் அல்லது மென் பொருள் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

உதாரணம்: EPROM, EEPROM

ii) நிலையிலா மற்றும் நிலை நினைவகங்கள்

நினைவு சில்லுக்குக் கொடுக்கப்படுகின்ற மின்சாரத்தைச் OFF செய்தவுடன் அதில் உள்ள அனைத்துத் தகவல்களும் தானாகவே அழிந்துவிட்டால், அது **நிலையில்லா நினைவகம்** (volatile memory) எனப்படும்.

உதாரணம்: RAM

நினைவு சில்லுக்குக் கொ டுக்கப்படுகின்ற மின்சாரம் OFF செய்யப்பட்டாலும் அதில் உள்ள தகவல்கள் அழியாமல் அப்படியே இருந்தால், அது non-volatile memory எனப்படும். மீண்டும்

மின்சாரம் ON செய்தவுடன் இதில் உள்ள தகவல்கள் அழியாமல் மற்றும் மாறாமல் அப்படியே கிடைக்கும்.

உதாரணம்: ROM, PROM, EPROM, EEPROM

11.1.7. உருவாக்க தொழில் நுட்பம்

தயாரிக்கப்படுகின்ற தொழில் நுட்பத்தைப் (fabrication technology) பின்பற்றி இருமுனை நினைவகம் மற்றும் ஒருமுனை நினைவகம் என இரண்டு பிரிவுகளாகப் பிரிக்கப்படுகின்றது. நிலை RAM, ROM மற்றும் PROM போன்ற நினைவு சில்லுகள் இருமுனை தொழில் நுட்பம் முறையில் (TTL, ECL, etc.,) அல்லது MOS தொழில் நுட்பங்களினால் தயாரிக்கப்படுகின்றன. இயக்க RAM, EPROM மற்றும் EAROM நினைவு சில்லுகள் ஒருமுனை தொழில் நுட்பம் (MOSFETs) மூலம் தயாரிக்கப்படுகின்றது.

11.1.8. படிக்க மட்டும் நினைவகம் (ROM)

படிக்க மட்டும் நினைவகமானது தகவல்களை நிரந்தரமாகப் பதிவு செய்ய உதவுகின்ற ஒரு குறைக்கடத்து நினைவகம் ஆகும். ROM அமைப்பானது படம் 11.2-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது. இது குறைவான விலை, அதிகமான வேகம், அதிகமாக இணைக்ககூடிய தன்மை மற்றும் கொடுக்கப்பட்ட தகவல்கள் மின்சாரம் இல்லாவிட்டாலும் அழியாது என்கிற பல பண்புகளைக் கொண்டுள்ளதால், அதிகமான எண்ணிலக்க முறைகளில் இது பயன்படுத்தப்படுகிறது. ROM நினைவகமானது, இருமுனை தொழில் நுட்பம் மற்றும் MOS தொழில் நுட்பம் ஆகிய இரண்டு முறைகளிலும் தயாரிக்கப்படுகின்றது. இருமுனை பொறிகளினால் உருவாக்கப்படும் நினைவானது அதிக வேகமாகச் செயலாற்றும் திறனாற்றல் கொண்டதாகும். MOS பொறிகளில் உருவாக்கப்படும்

ROM நினைவகமானது அளவில் சிறியதாக இருக்கும். மேலும் குறைந்தளவு செயலாற்றும் தன்மையைப் பெற்றிருக்கும்.

மின்முறையில் நினைவு சில்லில் பதிவு செய்யும் முறைக்குத் திட்ட நிரல் (program) என்று பெயர். செய்யப்படும் திட்ட நிரல் முறைகளைப் பொருத்து ROM நினைவகமானது கீழ்கண்டவாறு பிரிக்கப்படுகின்றது.

i) மறைப்பு நிரல் நினைவகம்: (Mask programmable Read Only Memory)

இதில் தகவல்கள், IC ஆனது உற்பத்தி செய்யப்படுகின்ற பொழுதே திட்ட நிரல் செய்யப்படுகிறது. ஒரு முறை திட்ட நிரல் செய்த பின்பு இதில் உள்ள தகவல்கள் மாறுவதில்லை (மாற்றவும் முடியாது), மற்றும் அழிவதில்லை.

ii) திட்ட நிரலாக்கு படித்தல் மட்டும் நினைவகம்

இதனை மின் முறையில் திட்டநிரல் செய்யலாம். IC யானது தயாரித்துக் கிடைக்கபெறும் போது எத்தகைய தகவல்களையும் கொண்டிருக்காது. திட்ட நிரலைப் பயன்படுத்தி நமக்குத் தேவையான தகவல்களை ஒரே ஒரு முறை மட்டும் இதில் திட்ட நிரல் செய்து கொள்ளலாம். இதனைப் பின்பு அழிக்கவோ அல்லது மறுபடியும் திட்ட நிரல் செய்யவோ முடியாது. எனவே இதனைக் கவனமாகத் திட்ட நிரல் செய்ய வேண்டும்.

iii) அழியும் திட்டநிரலாக்கு படித்தல் மட்டும் நினைவகம்

இத்தகைய நினைவகத்தில் தகவல்களை எத்தனை முறை வேண்டுமென்றாலும் திட்ட நிரல் செய்து கொள்ளலாம். அதாவது இது திரும்பத் திரும்ப திட்ட நிரல் செய்யும் வசதி கொண்டது.

நினைவகத்தில் உள்ள தகவல்களை அழிப்பதற்குக் கீழ்க்காணும் முறைகள் பின்பற்றப்படுகின்றன.

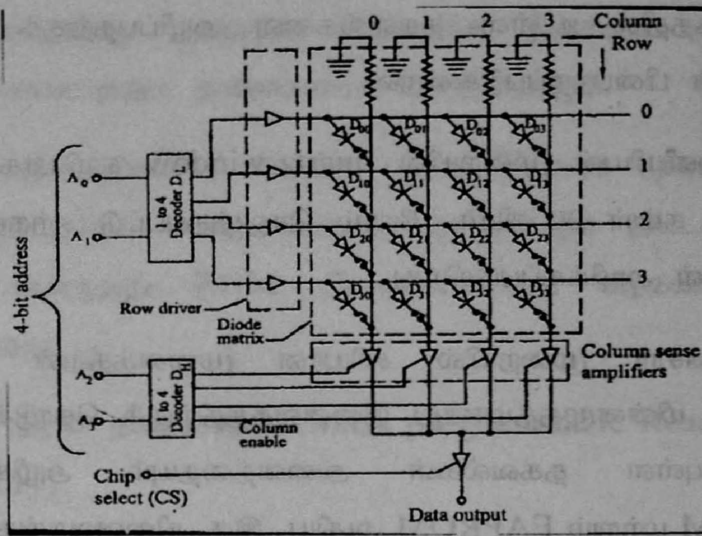
(a) ஒளியியல் முறையில் quartz window வழியாகப் புற ஊதா கதிர்கள் சுமார் 30 நிமிட நேரம் செலுத்தப்பட்டு ஏற்கனவே உள்ள தகவல்கள் அழிக்கப்படுகிறது.

(b)மின்சார முறையில் சரியான முனைத்திறன் வீச்சுகளைக் கொண்ட மின்னழுத்தமானது நினைவகத்திற்குக் கொடுக்கும் முன்பே பதிவாகியுள்ள தகவல்கள் அனைத்தையும் அழிக்கப்படுகிறது. EEPROM மற்றும் EAPROM ஆகிய இரு நினைவகங்களும் இந்தப் பிரிவினைச் சார்ந்தன.

11.2. படித்தல் மட்டும் நினைவக அமைப்பு (ROM Organisation)

ROM என்பது Read Only Memory என்பதன் சுருக்கமாகும். இவ்வகை நினைவகம், பதிவான தகவல்கள் மாறாமல் பயன்படுத்தப்படும் இடங்களில் பயன்படுத்தப்படுகிறது. இதில் தகவல் அல்லது செய்திகளை ஒரே முறை மட்டும் தான் பதிய முடியும், எனவே இதில் தயாரிப்பாளர் தயாரிக்கும் போதே செய்திகள் பதித்து வைக்கின்றனர். பதிவு செய்யப்பட்டுள்ள செய்திகளைப் பயனீட்டாளராகிய நாம் படிக்கலாம், புதிய செய்திகளை எழுத (write) முடியாது. மேலும் எழுதியவற்றை மாற்றவும் முடியாது. முக்கியமாக மின்தடை ஏற்பட்டாலும், இதில் பதிவு செய்திகள் அழிந்து விடுவதில்லை. இது ஒரு நிலை சமவாய்ப்பு அணுகு நினைவகம் (Random access memory) வகையைச் சார்ந்தது.

ROM என்பது மூடிய மற்றும் திறந்த ஒரு வழித் தொடர்பில் தேவையானவற்றைத் தேர்ந்தெடுக்கும் பிரிவினைச் சார்ந்தது. ஒரு 16 அலகு வரிசை படம் 11.2-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



படம் 11.2

இதில் ஒவ்வொரு பகுதியும் டையோடு மற்றும் சாவியாகக் குறிக்கப்பட்டுள்ளது. பதிவு செய்யப்பட்ட தகவல்களைப் பொருத்து சாவியானது திறந்தோ அல்லது மூடியோ இருக்கும்.

ஏதேனும் ஒரு 16 —அலகைத் தேர்ந்தெடுக்க ஒரு நான்கு அலகு முகவரி (A_3, A_2, A_1, A_0) தேவைப்படுகிறது. கீழ் நிலை அலகுகள் A_1 மற்றும் A_0 இரண்டும் D_L மூலம் பிரித்தறிதல் செய்யப்படுகிறது. மேல்நிலை அலகுகள் A_3 மற்றும் A_2 ஆனது D_H மூலம் பிரித்தறிதல் செய்யப்படுகிறது.

செங்குத்து வரிசை மற்றும் கிடைக்க வரிசை ஆகியவற்றிற்கு இடையிலுள்ள இருமுனையம் மற்றும் சாவியானது டையோடு அணியை (Diode matrix) உருவாக்குகிறது. உதாரணமாக டையோடு 32 (D_{32}) ஆனது நிரை 3 மற்றும் நிரல் 2 களுக்கு இடையில் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. தேர்ந்தெடுக்கும் சைகையில் (chip select) பாதியில் 1 -ஐ உள்ளீடாகக் கொடுக்கும் போது அதற்கான வெளியீடு கிடைக்கிறது.

முகவரிக்குக் கொடுக்கப்படும் முகவரியானது, தகவலின் இருப்பிடத்தை வெளியீடாகக் கொடுக்கிறது.

11.3. சமவாய்ப்பு அணுகு நினைவகம் அல்லது படித்து எழுதும் நினைவகம் (Random Access Memory – RAM)

படிக்க/ எழுத நினைவகத்தின் அறைகள் அனைத்தும் ஒரு சிறிய சில்லில் செய்யப்பட்ட தொகுப்பு சுற்றுகள் (IC) ஆகும். இது ஒரு குறைக்கடத்துச் சாதனமாகும். இவ்வகை நினைவகத்தில் தகவல்களை அடிக்கடி மாற்ற வேண்டிய இடங்களில் பயன்படுத்தப்படுகிறது. ஒரு நினைவகத்தில் பல நினைவிடங்கள் உள்ளன. ஒவ்வொரு இடத்திற்கும் ஒரு தனி முகவரி உண்டு.

ஒரு தகவலை RAM IC யில் ஒரு குறிப்பிட்ட இடத்தில் எழுத செய்வதற்குப் பதிவு முதலில் தேவையான இடங்களை அதற்கு உகந்த முகவரியைக் கொடுத்துத் தேர்ந்தெடுக்க வேண்டும். பிறகு தகவலை, தகவலை சீரிய வரிசையில் கொடுக்க வேண்டும். இப்போது எழுத்து துடிப்பு கொடுக்கப்படும்போது தகவலானது தேர்ந்தெடுக்கப்பட்ட இடத்தில் பதிவாகிறது.

படித்தல் செயல் தேர்ந்தெடுக்கப்பட்ட நினைவகத்தில் உள்ள தகவலை வெளியீட்டில் கிடைக்கும்படி செய்கிறது.

RAM –ல் நிலை, இயக்கம், நிலையிலா, இழப்பிலா, இருத்து முறை போன்ற வகைகள் உண்டு.

11.3.1. நிலை RAM (Static RAM)

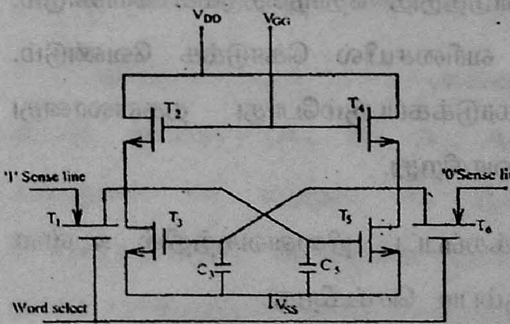
நிலை RAM (static RAM) ஒவ்வோர் அலகு தகவலையும் ஒரு நிலைமாறி சுற்றில் பதிவு (ஒப்புமை பதிவு மின்னழுத்தம்) செய்கிறது. ஆனால் மின்சாரம் எவ்வளவு நேரம் இருக்கிறதோ அதுவரைதான் தகவல் பதிவு ஆகி இருக்கும்.

இந்த RAM KIT அல்லது MOS கருவிகளைப் பயன்படுத்த அமைக்கப்படுகிறது. இதை நிலையிலா நினைவகம் என்றும் அழைப்பதுண்டு.

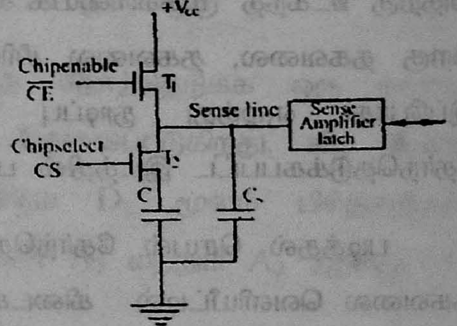
11.3.2. நிலை MOS RAM –ன் செயல்பாடு

உலோக ஆக்சைடு அரைக்கடத்து டிரான்சிஸ்டர் பயன்படுத்தி (metal oxide semi conductor) அமைக்கப்பட்ட நிலை RAM படம் 11.3-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது. இதில் T_1, T_2 டிரான்சிஸ்டரைப் பயன்படுத்திய ஒரு நிலைமாறி சுற்று இருக்கிறது. இதில் ஒரு அலகு தகவலைச் சேமிப்பு செய்யலாம். T_2 மற்றும் T_4 FET நிலைமாறி சுற்றுக்குப் பளுவாக இணைக்கப்பட்டுள்ளது.

குறிப்பு: இங்கு கடத்தும் FET மூடிய சாவியாகவும் மற்றும் கடத்தாத MOSFET திறந்த நிலையிலும் இருக்கும்.



படம் 11.3



படம் 11.4

இந்த அறைக்கு முகவரி $Ax = Ay = 1$ ஆக இருக்கும் போது தகவல் மற்றும் தகவல் வரி அறையுடன் இணைக்கப்படுகிறது. மேற்குறிப்பிட்டபடி $Ax = 1$ மற்றும் T_7, T_8 ON நிலைக்கு வருகிறது. (மேற்குறிப்பிட்டபடி $Ay = 1$)

11.3.3. எழுதுதல் (Writing)

முதலில் அறைக்கு முகவரி Ax = Ay = 1 கொடுக்க வேண்டும். அடுத்து உள்ளீடு 'W' வையும் 1 அளவாக மாற்ற வேண்டும். இப்போது அறையில் 1 யை எழுத வேண்டும் என்று கொண்டால், தகவல் 1N க்கு '1' கொடுக்கும் போது FET T_9, T_7 மற்றும் T_5 கடத்துகிறது. எனவே தகவல் (data) மற்றும் $\overline{D}$ ஆனது '0' நிலை ஆக இருக்கிறது. $\overline{D} = 0$ என்பதால் T_1 துண்டித்த நிலையில் உள்ளது.

அறையில் '0' -ஐ எழுத வேண்டும் என்று கொண்டால் தகவல் 1N க்கு '0' கொடுக்கும் போது $\overline{D} = 0$ ஆகும். இதனால் T_3 துண்டிப்பாகிறது. D=1 ஆவதால் T_1 conduct செய்து D = 0 ஆக மாறுகிறது.

11.3.4. படித்தல் (Reading)

அறையில் பதிவாகியுள்ள தகவலைப் படிக்க செய்வதற்கு Ax = Ay = R = 1 ஆக மாற்ற வேண்டும். இதனால் வெளியீடு தகவல் வெளியீட்டுடன் இணைப்பு ஏற்படும். இதனால் வெளியீட்டில் இதற்கு முன்னால் உள்ளீட்டில் எழுதிய தகவலின் நிரப்பி கிடைக்கும்.

11.3.5. இயக்கமுள்ள RAM (Dynamic RAM)

இயக்கமுள்ள அல்லது சக்தி வாய்ந்த செய்திகளை, MOS டிரான்சிஸ்டர் கதவுக்கும் அடித்தளத்திற்கும் இடையில் உள்ள மின் தேக்கத்தில் ஏற்படும் மின்னூட்டத்தினைப் பதிவு செய்கிறது. இந்த மின்னூட்டம் சில மில்லி வினாடிகளில் மின் சிதறல் ஆகிவிடுகிறது. எனவே மின்னணுவியல் பொருள்களைக் குறிப்பிட்ட கால அளவில் புத்துணர்வுச் செய்வது அவசியமாகிறது.

புதுப்பித்தல் (Refresh) என்பது பதிவான அலகை ஒரு முறை மீண்டும் படிக்கச் செய்து அதை எழுத்து தகவல் வரிக்கு மீண்டும் மாற்றி அனுப்பி, அறையில் எழுதச் செய்வ து ஆகும். சிறிய நினைவு unit-ஐ நிலையான RAM ஆகவும், பெரிய நினைவுப்பகுதியை இயக்க RAM ஆகவும் செய்வது வழக்கம். இயக்க MOS RAM இணைப்பு படம் 11.4-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

இவ் அறையின் நிலை, மின்தேக்குத்திறன் C_1, C_2 வில் ஏற்றமாகிறது. எனவே மின்தேக்குத்திறன் C_1, C_2 இருத்தல் அவசியமாகிறது. ஆறை Ax=Ay=1 என்ற நிலையை ஏற்படுத்தி முகவரி கொடுக்கப்படுகிறது. 1 என்ற நிலை, மின்தேக்கி C_1 ல் அதிக மின்னழுத்தமும் T_1 ON நிலையிலும் இருக்கும் போது கிடைக்கிறது. இந்நிலையில் T_1 ON ஆகி இருப்பதால் C_2 வில் மின்னழுத்தம் '0' வாகவும் T_2 OFF நிலையிலும் இருக்கும். '0' நிலையில் மேற்கூறிய நிலை மாறி இருக்கும் (அதாவது C_2 வில் அதிக மின்னழுத்தம்), T_2 ON, T_1 OFF. எழுதுதல் மற்றும் படித்தல் செயல்கள் நிலை RAM ல் செய்தது போலவே இதிலும் செய்யப்படுகிறது.

11.3.6. இயக்கம் வாய்ந்த RAM –ஐ புத்துணர்வு செய்தல் (Refreshing a dynamic RAM)

இயக்கம் வாய்ந்த மின்னூட்டம் பெற்ற சில மில்லி வினாடிகளில் மின்னோக்கி கசிந்து விடும். இதனையே RAM ஐ புத்துணர்வு செய்தல் எனலாம். எனவே கால இடைவெளியாகப் புதுப்பிக்க செய்ய வேண்டும். இதற்கு சிறிது நேரத்திற்கு V_{DD} மின்விசையை அறைக்குக் கொடுக்க வேண்டும். இதற்குப் புதுப்பித்தல் = 1 என்ற நிலையைக் கொண்டு வருதல் வேண்டும். இப்போது T_3, T_4, T_9 மற்றும் T_{10} கடத்து நிலைக்கு வரும்.

T_1 கடத்து நிலையிலும், T_2 துண்டித்த நிலையிலும் இருப்பதாகக் கொண்டால் C_1 க்கு இடையில் அதிக மின்னழுத்தம் C_1 க்கு இடையில் சுழி மின்னழுத்தம் இருக்கும். புதுப்பித்தல் V_{DD} நிலைக்கு மின்னேற்றம் ஆகி விடுகிறது.

அதே சமயம் V_{DD} T_1 குறுக்கேயுள்ள C_2 க்கு செல்கிறது. T_1 ON நிலையில் இருப்பதால் C_2 மின்தேக்கி C_1 ஐ போல வேகமாக மின்னேற்றமாவதில்லை. புதுப்பிக்கும் சுழற்சி இருக்கும் போது T_9 மற்றும் T_3, T_2 விற்கு பளுவாகவும் அமைகிறது. எனவே புதுப்பிக்கும் சுழற்சி நடக்கும்போது நிலைமாறியின் ஆரம்ப நிலை மாறுவதில்லை.

கால இடைவெளியில் புதுப்பித்துக்கொள்ள RAM ல் தனி மின் சுற்று உண்டு. மேலும் மின் சக்தி இல்லாத நேரத்திலும் புதுப்பித்துக்கொள்ள மின் கலன் இணைப்பும் உண்டு.

11.3.7. அழிக்க இயலா RAM (non volatile RAM)

உலோக நைட்ரேட் – ஆக்சைடு – சிலிக்கான் (Metal Nitride–oxide–silicon MNOS) என்ற குறைக் கடத்தியால் செய்யப்பட்ட நினைவகம் non volatile அம்சத்தைப் பெற்றிருக்கிறது. அழிக்க இயலா நினைவகம் என்பது மின்சாரம் துண்டிப்பு ஆனால் கூட பதிவு செய்யப்பட்ட தகவலை இழப்பதில்லை என்பதாகும். மின்தேக்குச் சேமிப்பு தத்துவத்தைப் பயன்படுத்திதான், இந்த நினைவகம் அமைக்கப்பட்டுள்ளது. ஒரு வருடத்திற்கு மேலாகவே சேமிப்பு காலம் இருக்கும். மின்சாரம் இல்லாமல் போகும்போது தகவல் தாமாகவே MNOS அறையில் சேர்ந்து விடும். மின்சாரம் வந்தவுடன் தாமாகவே MNOS அறையில் உள்ள தகவலை RAM அறைக்கு மாற்றம் செய்யப்பட்டுவிடும்.

11.3.8. நிலை மற்றும் இயக்க RAM க்கான வேறுபாடுகள்

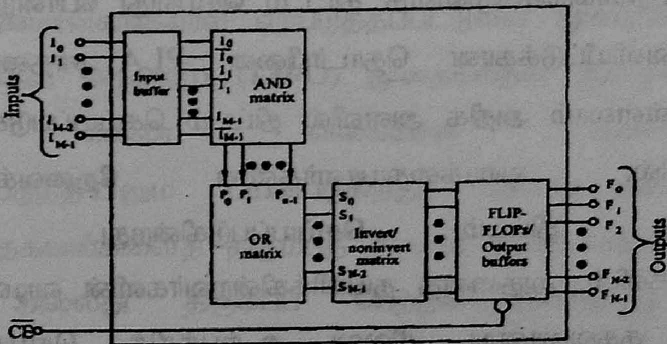
வ.எண்	நிலையான RAM	இயக்க RAM
1	கால சைகை மற்றும் கூடுதல் மின்னிணைப்பு தேவையில்லை.	கால சைகை மற்றும் கூடுதல் மின்னிணைப்பு தேவைப்படுகிறது.
2	மாறுநிலையில் அடிப்படையான தகவல் இயக்க பகுதியாக இருக்கும்.	மின் தேக்கியில் தகவலானது தற்காலிகமாகச் சேகரமாகிறது.
3	புதுப்பித்தல் தேவையில்லை.	புதுப்பிப்புத் தேவை.
4	திறன் இழப்பு அதிகம்.	திறன் இழப்பு குறைவு.
5	சில்லுகளுக்கு மிகவும் அதிக இடம் தேவை.	சில்லுகளுக்கு மிகவும் குறைந்த இடம் தேவை.
6	TTL கதவை இணைப்பிகளுடன் இணைப்பது எளிது.	TTL கதவை இணைப்பிகளுடன் இணைப்பது கடினம்.

11.4. திட்டமிட்ட வாதியல் அணி (Programmable logic array – PLA)

திட்டமிட்ட வாதியல் அணி என்பது திட்டமிட்ட வாதியல் சாதனத்தின் ஒரு வகையாகும். இது PROM மற்றும் PAL ஆகியவற்றின் பண்புகளை ஒருங்கே பெற்றுள்ளது. PLA ஆனது பொதுவாகத் திட்டம் செய்யத்தக்க வகையில் அதிக எண்ணிக்கைகளைக் கொண்ட வாதியல் கதவுகளையும் மற்றும் அவற்றின் இணைப்புகளையும் கொண்டிருக்கும். இதிலுள்ள வாதியல் கதவுகள் AND – OR, NAND - NAND அல்லது NOR - NOR என்கிற அமைவைக் கொண்ட இரண்டு அளவுகளைக்

கொண்டிருக்கும். சில கதவுகள் AND – OR-XOR என்கிற அமைவையும் கொண்டிருக்கலாம். PLA ஆனது வாதியல் செயல்களை "sum-of-product" என்கிற நிலையில் உருவாக்கப் பயன்படுகிறது. PLA யில் உள்ள AND–OR என்கிற இரண்டு அணிகளையும் திட்டமிட முடியும். எனவே, இரண்டு அணிவலைச்சுற்றுகளும் மின்னுருகி இணைப்புகளைக் கொண்டிருக்கும்.

PLA ல் உள்ள AND–OR அணிகளின் எண்ணிக்கையானது PLA சில்லினைப் பொருத்து ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு இருக்கும். இதில் AND கதவானது பெருக்கல் சொற்களையும் மற்றும் OR கதவானது பெருக்கல் சொற்களைக் கூடுதல் செய்கின்ற தன்மையினையும் பெற்றிருக்கும். PLA ன் உள்ளமைவு கட்டமைப்பானது படம் 11.5-ல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. இது 'M' உள்ளீடுகளையும், ' n' பெருக்கல் சொற்களையும் மற்றும் 'N' வெளியீடுகளையும் கொண்டுள்ளது. இதன் அமைப்பினைப் பார்க்கின்றபோது இது உள்ளீடு செறிவுத் தாங்கி AND அணி, OR அணி, தலைகீழ்/ தலைகீழ் அல்லாத அணி மற்றும் வெளியீடு செறிவுத் தாங்கி ஆகிய பாகங்களைக் கொண்டுள்ளது எனத் தெரிகிறது.



படம் 11.5

உள்ளீடு பக்கத்திலுள்ள செறிவுத் தாங்கி சுற்றானது உள்ளீடுகளை இயக்குகிற மூலங்களின் பளுவினைக் கட்டுப்படுத்துகிறது. இதன் வெளியீடுகள் தலைகீழ்/ தலைகீழ் அல்லாத என்கிற இரண்டு நிலைகளிலும் இருக்கும். AND அணி ஆனது நிக்ரோம் உருகி இணைப்புகளைக் கொண்ட பெருக்கல் சொற்களைக் கொண்டிருக்கும். OR அணியானது AND அணியின் வெளியீட்டில் கிடைக்கப் பெறுகின்ற பெருக்கல் சொற்களைக் கூடுதல் செய்கின்றது.

தலைகீழ் அல்லது தலைகீழ் அல்லாத அணியானது ஒரு திட்டநிறை செறிவுத் தாங்கி ஆகும். இது, வினைமிகுதாழ் அல்லது வினைமிகுஉயர் வெளியீடுகளைப் பொருத்து தலைகீழ் அல்லது தலைகீழ் அல்லாத செயல்களை முடிவு செய்கிறது. வெளியீடு செறியானது PLA வை இயக்குகின்ற தன்மையை அதிகரிக்கச் செய்யப் பயன்படுகிறது. PLA ன் வெளியீடானது totem-pole, திறந்த வெளி ஏற்பி அல்லது மூன்று நிலை என்கிற எதாவது ஒரு நிலையில் இருக்கும். PLA ஆனது PROM ஐப் போன்று, குறிப்பிட்ட உள்ளீடு மற்றும் வெளியீடுகளுக்கு இடையே உள்ள தொடர்பினைத் திட்டம் செய்யும் தன்மை கொண்டதாகும்.

11.4.1. PLA-Programming

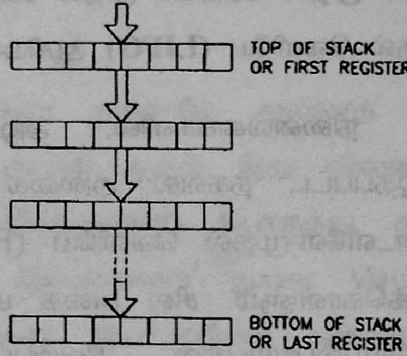
ROM நினைவகங்களைத் திட்டம் செய்வது போன்று, உள்ளீடு மற்றும் வெளியீட்டுக்கான தொடர்பினை PLA சாதனம் திட்டம் செய்துகொள்ளலாம் அதிக அளவில் திட்டம் செய்யப்படுகின்ற PLA சாதனங்களில், வாடிக்கையாளர்களின் தேவைக்கேற்றவாறு தகவலானது திட்டம் செய்யப்படுகின்றது. இத்தகைய நினைவகங்களில், அதனைத் தயாரிக்கின்றவர்களின் வடிவமைப்பைப் பொருத்து தகவலானது சில்லு உற்பத்திச் செய்யப்படுகின்ற பொழுதே திட்டம் செய்யப்படுகின்றது.

PLA தயாரிக்கப்படுகின்ற பொழுது, அதன் அனைத்து இணைப்புகளிலும் நிக்ரோம் உருகி இருக்கும். இதனைத் திட்டம் செய்யப்படுகின்ற பொழுது அதன் தேவையில்லாத இடங்களில் உள்ள உருகி இணைப்புகள் துண்டிக்கப்படுகின்றது. PLA வை ஒரு முறை மட்டும் தான் திட்டம் செய்யமுடியும், இதனைத் திரும்பத் திரும்ப பதிவு செய்ய முடியாது.

11.5. நினைவகங்களில் முதல் உள்ளே முதல் வெளியே (FIFO)மற்றும் கடைசி உள்ளே முதல் வெளியே (LIFO) ஆகியவற்றிற்கான முறைகள்

சாதாரணமாக நினைவகங்களில், அடிப்படை செயல்கள் புரியும் போது எழுதப்பட்ட தகவல் அலகை முதலில் படிக்கும் முறையை முதல் உள்ளே-முதல் வெளியே (FIFO) என்ற வரிசை நினைவகம் எடுத்துக்கொள்ளும். சில வகை மாற்றங்கள் கொண்ட நினைவகங்கள் செயல்பாடுகளில் வேறுபட்டுக் காணப்படும். மாற்றங்களுடன் உருவாக்கப்பட்ட பதிவிகளில் நாம் கொடுக்கப்படும் முதல் தகவல் அலகினை எழுதிப் பதிவிக்கிறோம். பிறகு முதல் நிலையில் இருந்து ஒவ்வொரு நிலையாக நகர்த்தித் தொடர்ந்து பதிவிக்கிறோம். இவ்வாறாகப் புதிய தகவலுக்கேற்ப ஒவ்வொரு நிலையையும் நகர்த்தி FIFO முறையில் வலது இறுதி அலகு காலியாக இருக்குமாறு பதிவிக்கிறோம். சிலசமயங்களில் இறுதியில் சேமிக்கப்பட்ட அலகானது முதலில் பயன்படுத்த வேண்டியிருக்கும். இதற்காக நினைவகங்களில் ஏற்படுத்தப்பட்டுள்ள முறையே கடைசி உள்ளே- முதல் வெளியே (LIFO) முறையாகும். இம்முறையானது பரவலாக எல்லா வகையான கணினிகளிலும், நுண்முறைப்படுத்தியிலும் பயன்படுகிறது. பதியப்பட்டுள்ள byte வடிவிலான தகவல்களைத் திரும்பத் திரும்ப அழைக்கவோ இயலும் வகையில் அல்லது திரும்பப் பெற்றுக்கொள்ளுமாறு திரும்ப வரிசையில் பெறப்படும். அதாவது இறுதியில் சேமிக்கப்பட்ட byte

தகவலானது முதலில் பெறுவதாகும். இவ்வகையான நினைவகங்களைக் கீழ் அழுத்தம் அடுக்கி (push down stack) எனவும் குறிப்பிடலாம். அடுக்கியானது ஓர் எண்ணிக்கையிலான பதிவிகளைக் கொண்டிருக்கும்போது, பதிவியின் மேல் பகுதியை அடுக்கியின் மேல்பகுதி எனலாம். இவற்றினைப் படம் 11.6-ல் காணலாம்.



படம் 11.6

11.6. நினைவகம் (Memory)

கணிப்பொறியின் செயற்பாட்டிற்கு மிக அவசியமாக விளங்குவது நினைவகம் (Memory) ஆகும். நினைவகத்தைக் கீழ்கண்டவாறு மூன்று பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம்.

அ. மிகைவேக நினைவகம் (Fast access memory)

ஆ. முதன்மை நினைவகம் (Primary memory)

இ. துணை நினைவகம் (auxiliary memory)

முதன்மை நினைவகம் ஒரு கணிப்பொறியின் முக்கியமான திறமை பொருந்திய ஆற்றல் பகுதியாகக் கருதப்படும். இதன் மூலம் செய்திக்கூறுகளையும், வழியமைப்புகளையும் செயற்படுத்த இயலும். கணித்தல், பகுப்பாய்வு செய்தல், தொகுத்து வகைப்படுத்தல் முதலிய பல பணிகளை மையச் செயலகம் செய்யும் பொழுது,

செய்தி தாங்கியாக முதன்மை நினைவகம் செயற்படுகிறது துணை நினைவகங்கள் செய்திகளை நிலையாகப் பதிவு செய்து வைத்துக்கொள்ள உதவுகின்றன. ஒவ்வொரு கணிப்பொறியின் முதன்மை நினைவகத்தின் அளவிற்கும் ஓர் எல்லை உண்டு. குறிப்பிட்ட அளவிற்கு மேல் முதன்மை நினைவகத்தை அதிகரித்தல் இயலாததாகும். ஆனால், துணை நினைவக அளவைத் தேவைக்கேற்ப அதிகரிக்க இயலும்.

11.6.1. மிகைவேக நினைவகம்

மையக் செயலகத்திலுள்ள (CPU) கணக்ககம் எண்களைக் கூட்டுதல், கழித்தல் போன்ற பணிகளைச் செய்யும் பொழுது மிகைவேக நினைவகம் பெரிதும் துணைபுரிகிறது. மைய செயலகத்தின் செயற்பாட்டு வேகத்திற்கு ஏற்ற வகையில் செயற்படுவதற்கேற்ப மற்ற நினைவகங்களைவிட இது சில குறிப்பிட்ட சிறப்பியல்புகளைப் பெற்றுள்ளது. அதாவது செய்தி கூறு, ஆணை முதலியவற்றை அதிவிரைவு அணுக்க (fast access) முறையில் படிக்கவோ, கணித்த இடைநிலை விடையைப் பதிவு செய்யவோ இது பயன்படுகிறது. இந்த அதிவேக நினைவகத்தை இரண்டு வகைகளாகப் பிரிக்கலாம்.

1. மின்னணுவியல் நிலைமாற்றிகள் (Electronic flipflops)

2. காந்த இரும்பு வளைய நினைவகம் (Ferrite core memory)

மின்னணுவியல் நிலைமாற்றி, காந்த இரும்பு வளைய நினைவகத்தைவிட அதிக வேகம் உடையது. மின்னணுவியல் நிலைமாற்றிகள், மின்னழுத்தத்தில் உயர்வு (1) அல்லது தாழ்வு (0) என்ற அடிப்படையில் இருவிதமான செய்திக் கூறுகளைப் பதிவு செய்யும் தன்மையுடையன. காந்த இரும்பு வளைய நினைவகமானது சுமார் 5மி.மீ விட்டமுடைய இரும்பு வளையமாகும். இவ்

வளையத்தின் வழியாகச் சிறிய மின்கம்பி ஒன்று செல்கிறது. இந்த மின்கம்பியில் மின்சாரம் ஒரு குறிப்பிட்ட திசையில் செல்லும்பொழுது மின்வீச்சு ஏற்படுகின்றன. ஆனால், அதே கம்பியில் மின்சாரம் பாயும் திசையை மாற்றும்பொழுது மின்காந்தத் தாரையின் திசையும் மாறுகிறது. எனவே இதன் அடிப்படையில், செய்திகளைப் பதிவு செய்ய இயலும்.

11.6.2. முதன்மை நினைவகம்

முதன்மை நினைவகம் நாம் இடுவிரல்செய்யும் வழியமைப்பு, செய்திக்கூறு முதலியவற்றைப் பதிவு செய்து வைத்துக்கொண்டு செயற்படுத்துவதற்கு மையச் செயலகத்திற்கு உதவி செய்கிறது. ஒரு கணிப்பொறியின் அமைப்புமுறை (configuration) முதன்மை நினைவகத்தின் அளவைப் பொருத்து தீர்மாணிக்கபடுகிறது. தற்கால ஆராய்ச்சிகளின் பயனாய் மிகக்குறைந்த பொருட்செலவிலேயே அதிகமான செய்திக் கூறுகளைப் பதிவு செய்யும் ஆற்றல் வாய்ந்த நினைவகங்கள் கிடைக்கக்கூடியனவாக உள்ளன. முதன்மை நினைவகத்தைக் கீழ்க் கண்டவாறு வகைப்படுத்தலாம்

i) காந்த இரும்பு வளைய நினைவகம் (Magnetic Core Memory)
ii) ஒருங்கமை மின்சுற்று நினைவகம் (Integrated Circuit Memory)
iii) காந்த உருளை நினைவகம் (Magnetic Drum Memory)
iv) மின்காந்தக் குமிழி நினைவகம் (Magnetic Bubble Memory)

முதன்மை நினைவத்திற்குத் துணை நினைவகத்தைக் காட்டிலும் சில குறிப்பிட்ட பண்புகள் (properties) தேவைப்படுகின்றன. அவைகளாவன,

i) நம்பகத்தன்மை (Reliablity)

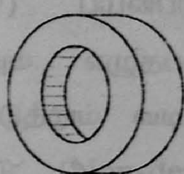
ii) அணுக்க வேகம் (Access Speed)

iii)சிற்றுரு அமைப்பு (Compactness)

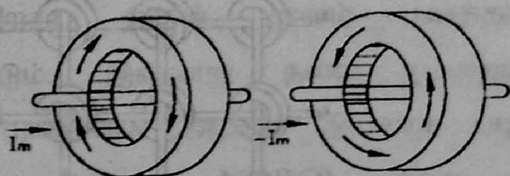
தற்காலத்தில் உருவாக்கப்படும் நினைவகங்கள் அதிக அளவு நம்பகத் தன்மையையும் வேகத்திறனையும், மிகக் குறைந்த அணுக்க நேரத்தையும் பெற்றுள்ளன. மேலும் இவை உருவில் மிகவும் சிறியனவாகவும் உள்ளன. எனவே இவற்றைப் பராமரித்தலும் குறிப்பிட்ட நினைவகப் பகுதி பழுதடையும்பொழுது, சீர்திருத்தலும் மிகவும் எளிதாகிறது.

11.6.3. காந்த இரும்பு வளைய நினைவகம் (Magnetic Core Memory)

இது சிறிய புள்ளியைப்போன்ற அமைப்புடையதாகும். இந்தச் சிறிய புள்ளிகள் வளையம் போன்ற அமைப்பைப் பெற்றுள்ளன. இந்த வளையத்தின் விட்டம் சுமார் 5மி.மீ ஆகும். வளையத்தினுள் ஒரு கம்பி செல்கிறது. இந்த மின்கம்பியின் மூலமாகச் செல்லும் மின்சாரத்தின் திசையை மாற்றி காந்த தாரையை (magnetic flux) வலச் சுழியாகவோ, இடச்சுழியாகவோ, மாற்றி அமைக்கலாம். இதை அடிப்படையாகக் கொண்டு '0' அல்லது '1' என்ற மதிப்பைப் பதிவு செய்ய இயலும். இவை முறையே படம் 11.7 மற்றும் 11.8-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



படம் 11.7



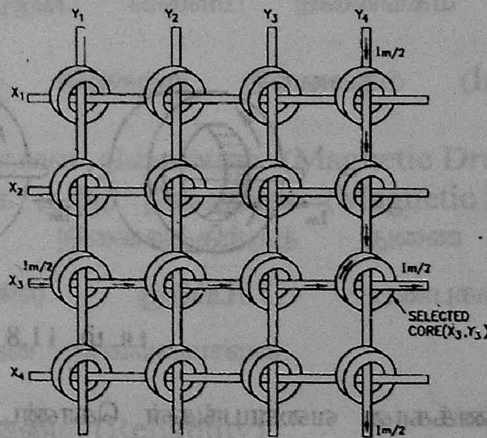
படம் 11.8

பல்லாயிரக்கணக்கான வளையங்கள் கொண்ட காந்த இரும்பு வளைய நினைவகம், ஒரு தேனடையைப் போன்ற அமைப்புடையதாகும். இவ்வாறு ஒவ்வொரு குறியும் 8 இருநிலை எண்களின் அலகுச் சேர்க்கையினால் நினைவகத்தில்

குறிப்பிடப்படுகிறது. இந்தத் தொகுதிக்கு 'byte' என்று பெயர். அதாவது ஒரு குறியை நினைவகத்தில் பதிவு செய்யத் தேவையான நினைவக அளவின் அலகே (unit), 'பைட்' (byte) எனப்பெயர் பெறும்.

11.6.4. காந்த இரும்பு வளைய நினைவகத்தின் நேர்த்தியான அமைப்பு (Array of Magnetic core memory or coincident current memory)

காந்த இரும்பு வளைய நினைவகத்தைப் பயன்படுத்திக் காந்தமயமாக்கப்பட்ட இரும்பு மையத்தில் 0 அல்லது 1 எனப்பட்ட எண்ணிலக்க எண்களை சேமிக்கப்படுகிறது. மிகவும் அதிகமான அலகுள்ள தகவல்கள் மற்றும் செய்திகளைக் கணினியில் சேமிக்க இந்த அமைப்பு தேவைப்படுகிறது. இதன் காரணமாக இவற்றிற்கு அதிக எண்ணிக்கையுள்ள தனித்தனியான காந்த இரும்பு வளைய நினைவகம் தேவைப்படுகிறது. அதன் சீரிய அடிப்படை கட்டமைப்பு படம் 11.9-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது. படத்தில் 4 x 4 அணி வரிசையிலான 10 இலட்சம் எண்ணிக்கை அளவினைக் கொண்ட பெரிய அள்விலான நினைவக மாதிரி காட்டப்பட்டுள்ளது.



படம் 11.9

இதில் தேவைக்கேற்ப மின்னோட்டமானது 0 அல்லது 1 என்ற வகையில் திசைமாற்றம் பெற்று செயல்படுவதற்காகச் சாவிமுறை (Switching) பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளது.

மின்னோட்டம் திசைமாற்றம் செய்வதற்கு ஒரேயொரு காந்த இரும்பு வளைய நினைவகம் பயன்படாது. காரணம் சில நேரத்தில் ஏற்படும் பாதிப்பு அல்லது திசைமாற்றத்தால் செய்தி மாறிவிடும். இவற்றையெல்லாம் சரி செய்வதற்காக அதிக அளவில் காந்தத் தூண்டலுடன் கூடிய நேர்த்தியான காந்த இரும்பு வளைய நினைவகங்களைப் பயன்படுத்தும் தொழில்நுட்பம் பயன்படுத்தப் படுகிறது. இவ்வாறு குறிப்பிடப்பட்ட நினைவகங்களை ஒப்புதிசை மின்னோட்ட நினைவகங்கள் என அழைக்கலாம்.

இவ்வகை நினைவகங்களைப் பயன்படுத்தி ஈரிலக்க எண்களை எழுத படிக்க, சேர்க்க, மாற்ற எளிதில் செய்ய முடியும். மின்னோட்டம் பாய்ந்தால் 1 எனவும், பாயவில்லை என்றால் 0 எனவும் எடுத்துக்கொள்ளும்.

சாதாரணமாக, நினைவகத்தில் படிக்க மட்டும் செயல் செய்யும்போது தகவல்கள் அழிந்து விடும். எனவே இதற்கு மாற்றாக அழிக்க இயலாத படிக்கும் முறை(non-destructive read out memory) பயன்படுத்தப்படுகிறது. இதன் மூலம் படித்தபின் திரும்பவும் எழுதப்பட்டு விடும். இவ்வாறு நல்ல முறையில் செயல்படுத்தும் வடிவமைப்பு முறையை அழிக்க இயலாத படிப்பு வெளியீடு (Non-destructive read out - NDRO) முறை என அழைக்கப்படுகிறது.

NDRO முறையில் ஒவ்வொரு முறையும் வெளியில் எடுத்து படிக்க தற்காலிக நினைவகம் தேவைப்படுகிறது. பின்பு தற்காலிக நினைவகத்திலிருந்து எடுத்து படிக்கப்பட்டவுடன் முதன்மை நினைவகத்திற்கு எடுத்துச் செல்லப்பட்டு, திரும்புவும் எழுதப்பட

(Rewrite) வேண்டும். இங்கு ஒவ்வொரு படிக்கச் செயல் செய்யும் போதும் ஓர் எழுதும் செயலும் செய்ய வேண்டியுள்ளது.

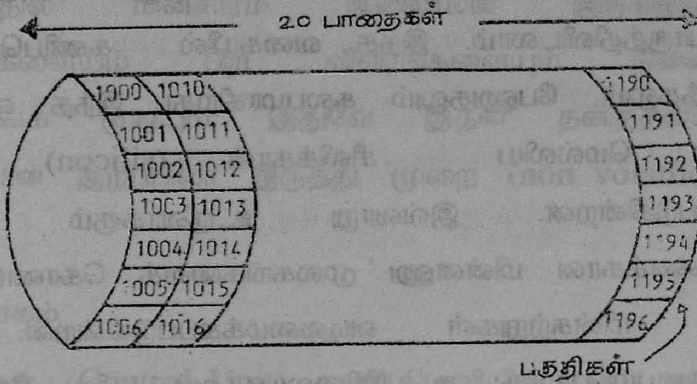
இவ்வாறு காந்த இரும்பு வளைய நினைவகத்தி- நேர்த்தியான அமைப்பு செயல்படுகிறது.

11.6.5. காந்த உருளை நினைவகம்

காந்த உருளை நினைவகம், காந்த வளைய நினைவகத்தை போன்றே செயல்படுகிறது. ஆனால் இதன் அமைப்பில் வேறுபாடுக உள்ளன. இது ஓர் இரும்பு உருளையின் மீது காந்தப் பொருஎ பூசப்பட்ட அமைப்புடையதாகும். இந்தக் காந்தப் பொருளின் மேற்பரப்பில் உள்ள புள்ளிகள் ஒவ்வொன்றும் மின்காந்தமாகச் செயல்படுகின்றன. இதைக் கொண்டு காந்த தாரையை இடச்சுழியாகவோ, வலச்சுழியாகவோ மாற்றி '0' அல்லது '1' என்ற இரு நிலை எண்களைப் பதிவு செய்ய முடிகிறது. இவ்வாறாகப் பல இரு நிலை எண்களின் தொகுப்பைக் கொண்டு செய்திக்கூறுகளை மின்காந்த உருளை நினைவகத்தில் பதிவு செய்ய இயலும். உருளையின் மேற்பரப்பு பல பாதைகளாகவும் ஒவ்வொரு பாதையும் பல பகுதிகளாகவும் பிரிக்கப்பட்டுள்ளன. ஆனால், ஒவ்வொரு பகுதிக்கும் குறிப்பிட்ட சுட்டு எண் கொடுக்கபட்டுள்ளதால், அதன் மேற்பரப்பிலுள்ள பாதையில் தேவையான செய்திக் கூறுகள் எங்கு உள்ளன எனக் கண்டறிய முடிகிறது. படம் 11.10-ல் இதன் அமைப்பு காட்டப்பட்டுள்ளது.

மின்காந்த உருளை நினைவகம் அமைக்கும் செலவில் குறைந்தது ஆனால் காந்த வளைய நினைவகத்தைவிட செயற்பாட்டுத் திறனில் குறைந்த வேகமுடையது. ஒரு மணித்துளிக்கு உருளையானது சுமார் 7,000–க்கும் மேற்பட்ட சுற்றுகள் சுற்ற கூடிய வேகமுடையது. தற்கால நவீனக் கணிப்பொறிகளின் வேகத்திற்கு,

இதன் வேகம் மிகவும் குறைவாகையால் பெரும்பாலும் காந்த உருளை நினைவகம் பயன்படுத்தப் படுவதில்லை



படம் 11.10

11.6.6. ஒருங்கமை மின்சுற்று நினைவகம்

முதலாம், இரண்டாம் காலக்கட்ட கணிப்பொறிகளில் இரும்பு வளைய நினைவகமே பெரும்பாலும் பயன்பட்டு வந்தது.

ஆனால், கணிப்பொறித்துறையில் குறிப்பாக வன்பொருள் அல்லது கருவிய விரிவாக்கத்தில் (hardware development) செய்யப்பட்ட பல ஆராய்ச்சிகளின் பலனாக விலை மலிவான, செயல்திறன் மிக்க, புதுவ கை முதன்மை நினைவகங்கள் பல உருவாக்கப்பட்டுள்ளன. அவற்றுள் ஒருங்கமை மின்சுற்று நினைவகம் ஒன்றாகும்.

இது முந்தைய நினைவகங்களைக் காட்டிலும் மிகக்குறைந்த அளவு மின்சக்தியைக் கொண்டு இயங்கக்கூடிய தன்மை வாய்ந்தது. மேலும், குறைந்த கொள்ளளவில், அதிக சொல் அளவு உள்ள நினைவகத்தை உள்ளடக்க முடியும். மிகைவேக கணிப்பொறிகளின் இயக்கத்திற்குத் தகுந்தாற்போன்று செயல்படுவதற்கு இது ஒன்றே மிகக் குறைந்த அணுக்க நேரத்தைக் (access time) கொண்டது.

இந்த வகை நினைவகங்கள் கையாள்வதற்கு மிகவும் எளிதானவை. எனவே செயற்பாட்டில் குறை ஏற்படின், இதைச் சுலபமாக நீக்கி அதற்குப் பதிலாக வேறு ஒரு பல்மின் சுற்றுச் சேர்ப்பியினைச் (சில்லு) பொருத்திவிடலாம். இந்த வகையில் கணிப்பொறியைப் பழுது பார்த்தலும், பேணுதலும் சுலபமாகிறது. இந்த ஒருங்கமை மின்சுற்றுகள் மெல்லிய சிலிக்கான் (silicon) கொண்டு உருவாக்கப்படுகின்றன. இவ்வாறு உருவாக்கும் பொழுது, பல்லாயிரக்கணக்கான மின்னணு மூலகங்களைக் கொண்டு அதன் மேற்பரப்பில் மின்சுற்றுகள் வடிவமைக்கப்படுகின்றன. இதில் மின்சாரம் பாயும்பொழுது உயர்நிலையாகவும், பிற நேரங்களில் தாழ்நிலையாகவும் கருதப்படுகிறது. இதைக் கொண்டு '0' அல்லது '1' என்ற இருநிலை எண்களைப் பதிவு செய்யலாம்.

தற்காலத்தில் ஒரே பல்மின் சுற்றுச் சேர்ப்பியில் கூட (chip) அதிக பைட்ஸ் அளவிலான அதாவது குறிகளைப் பதிவு செய்யும் திறன் வாய்ந்த நினைவகங்கள் கிடைக்கின்றன. இவ்வாறு நிறைவிலா மின்கடத்திகளைக் கொண்டு உருவாக்கப்பட்ட ஒருங்கமை மின்சுற்று நினைவகம் தற்கால அதிவேகக் கணிப்பொறியின் வேகத்திற்கு ஏற்ப ஈடுகொடுத்துச் செயல்படுகிறது.

11.6.7. மின் காந்தக் குமிழி நினைவகம்

மின்காந்தக் குமிழி நினைவகம், மின்காந்தத்தின் தன்மையைக் கொண்டு செயல்படுகிறது. இவ்வகை நினைவகமானது நிறைவிலா மின்கடத்தியைக்கொண்டு தயாரிக்கப்பட்ட மெல்லிய படலத்தின் (thin film) மீது சிறு சிறு மின்காந்தப் புள்ளிகளைக் கொண்ட அமைப்புடையதாகும். இப்புள்ளிகளே மின்காந்தக் குமிழிகள் (Magnetic Bubble) என்றழைக்கப்படுகின்றன.

ஒருங்கமை மின்சுற்று நினைவகம், நிறைவிலா மின்கடத்தி நினைவகம் ஆகியவற்றைக் காட்டிலும் மின் காந்தக் குமிழி நினைவகத்தில் மின்சாரம் இல்லாமல் இருக்கும்போதுகூட, செய்திகூறுகளையும் பிற விவரங்களையும் நினைவகத்தில் இருத்திவைக்க முடியும். இதுவே இதன் தனித்தன்மையாகும். இவ்வகையான இழப்பிலா இருத்து முறை (non volatile) என்றும் கூறலாம்.

11.6.8. ஆளகம்

ஆளகம் (Control Unit) கணிப்பொறியின் பிற அங்கங்களின் செயற்பாட்டைக் கட்டுப்படுத்த உதவுகிறது. கணிப்பொறி செயல்படும் பொழுது இடுவரல் செய்திகளைப் பெறவும், பதிவு செய்யவும் கணிப்புச் செயல் நடைபெறவும், பின்னர் விடுவரலைப் பெறவும் தேவையான கண்காணிப்புச் செயல்களைப் புரிவதற்கேற்ற கட்டளைகளை ஆளகம் பிறப்பிக்கிறது.

11.6.9. இடுவரல், விடுவரல் ஒருங்குகள்

அட்டைத் துளைப்பொறி (card punching machine), அட்டைப் படிப்பொறி (card reader), அச்சுப்பொறி ஆகியவற்றின் அமைப்பும் இயக்கமும் பற்றிய சில முக்கியமான இடுவரல், விடுவரல் ஒருங்குகளான (Input, Output Systems) மின்காந்த நாடாப்பொறி (magnetic tape unit), மின்காந்தத் தட்டுப்பொறி (magnetic disc unit), காட்சிப்பொறி மற்றும் மின்காந்த மென்வளைத் தட்டு (floppy disc) ஆகியவற்றின் அமைப்பையும் அவற்றின் இயக்க முறையையும் இனி விரிவாகக் காண்போம்.

11.7. மின் காந்த நாடாப் பொறி

ஒரு கணிப்பொறியில் விவரங்களை ஆய்வு செய்வதற்குச் செய்திக் கூறுகளைக் கணிப்பொறியில் இடுவரல் செய்தலும், குறிப்பிட்ட படிவத்தில் (specified format) செய்திகளைப் பதிவு

செய்தலும் (recording) அவசியமாகும். அவ்வாறு பதிவு செய்யப்பட்ட செய்திக்கூறுகள் நீண்ட நாட்களுக்குப் பாதுகாக்கப் பட்டுத் திரும்பத் திரும்ப தேவைப்படும்பொழுது பயன்படுத்தப் படுகின்றன. எடுத்துக்காட்டாகக் கூறின், சம்பளப் பட்டியல் தயாரித்தல் (payroll preparation), தொழிற்கூடங்களில் உற்பத்தி திட்டமிடல், பொருள் நிலையாளுகை, விற்பனையியல் (sales management), நிதிநிலைக் கணக்கு (financial accounting), முதலிய பல துறைகளில் அவை தொடர்பான செய்திகள் அடங்கிய முதன்மைக் கோவைகள் (primary files) போன்றவை பல ஆண்டுகளுக்குக் கணிப்பொறியில் பாதுகாக்கப்பட்டு அடிக்கடி பயன்படுத்தபடுகின்றன. மேலும், இச்செய்திகளைப் பாதுகாக்கவும், கணிப்பொறியின் வேகத்திற்கு ஏற்ப இவைகளை அறிந்து உணர்ந்து ஆய்வு செய்யவும் இடுவரல், விடுவரல் ஒருங்குகளாகப் (input-output systems) பயன்படுத்தவும். இதற்காக மின்காந்த நாடாக்களும் மின்காந்தத் தட்டும் பெரிதும் பயன்படுகின்றன. மின்காந்த நாடாவிலுள்ள ஒவ்வொரு கோவையிலும் (files) பல்லாயிரக்கணக்கான பதிப்புகளைப் (records) பதிவு செய்து வைக்க முடியும். மேலும் துளையிடப்பட்ட அட்டைகளில் பதிவு செய்துள்ள செய்திக்கூறுகளை மின்காந்த நாடாவிற்கு மாற்றி பதிவு செய்வதன் மூலம் கணிப்பொறியின் செயலாக்க வேகத்திற்கு ஏற்ற வகையில் பயன்படுத்தச் சாத்தியமாகிறது

i) அதிக அளவிலான செய்தி கூறுகளும் வழியமைப்புகளும் பின்னர் தேவைப்படும் பொழுது பயன்படுத்தும் பொருட்டு மின்காந்த நாடாவில் பதிவு செய்யப்படுகின்றன.

ii) இவ்வாறு, மின்காந்த நாடாவில் பதிவு செய்யப்பட்ட ஒவ்வொரு வகைச் செய்திக்கும், இரண்டுக்கும் மேலான படிகள்

(backups) பதிவு செய்து வைத்தலானது தேவைப்படும் பொழுது அறிக்கைகளைத் தயார் செய்ய உதவுகிறது.

iii) ஒவ்வொரு முறையும் புதிய செய்திக்கூறுகளை மின்காந்த நாடாவில் பதிவு செய்யும்பொழுது, மின்காந்த நாடாவில் முன்பேயிருந்த செய்திகள் அழியப்பெறுமாதலால், தேவையான செய்திகளை முன்பே பாதுகாத்தல் அவசியமாகும்.

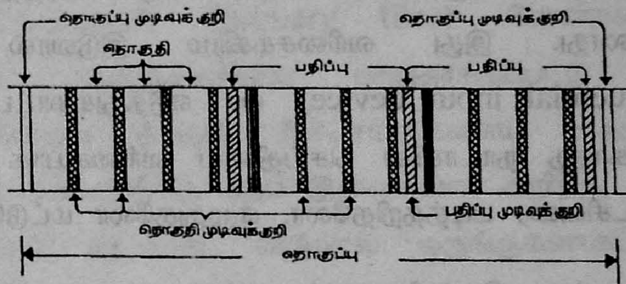
iv) மின்காந்த நாடாவில், நடுவில் தேவையான செய்திகளை முறையிலா முறையில் (random) படித்தறிதல் மட்டும் இயலாது. இது வரிசைக்கிரம இடுவரல் கருவிக்கான (sequential input device) ஓர் எடுத்துக்காட்டாகும். எனவே, மின்காந்த நாடாவில் செய்தியை வரிசையாக முதலிலிருந்து கடைசிவரை படித்தறிதலோ, எழுதுதலோ மட்டுமே இயலும்.

v) எண்ணற்ற செய்திகளைப் பற்பல பயன்பாடுகளுக்கு ஏற்ப ஆயிரக்கணக்கான மின்காந்த நாடாக்களில் பதிவு செய்து, மின்காந்த நாடா நூலகமாகப் பல ஆண்டுகளுக்குப் பாதுகாக்கலாம். பயன்பாட்டிற்கேற்ப அதனுடைய சுட்டு எண், பெயர் முதலியவற்றைக் கொண்டு தேவையான மின்காந்த நாடாவைமட்டும் தெரிவு செய்து பயன்படுத்துதல் சாத்தியமாகிறது.

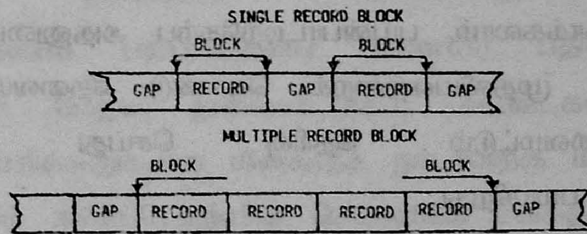
11.7.1. மின்காந்த நாடாவில் செய்தி அமைப்புமுறை

மின்காந்த நாடாவில் செய்திக்கூறு அமைப்பீடு முறை (Data Organization in Magnetic Tape) எவ்வாறு பதிவு செய்யப்படுகிறது என்பதை நன்கு தெரிந்திருந்தால் மட்டுமே, அதைப் வழியமைப்பின் மூலம் பின்னர் படித்தறிந்து ஆய்வினைச் செய்ய இயலும். மின்காந்த நாடாவில் பதிவாகி உள்ள செய்தி கூறின் அமைப்பைக் கீழ்க்கண்டவாறு விரிவாக்கலாம்.

பல குறிகள் (characters) சேர்ந்த தொகுப்பே செய்திக் கூறாக அமைகிறது. இவ்வாறு பல குறிகளின் சேர்க்கைக்குத் தொகுதி (field) என்றும், அவ்வாறு பல தொகுதிகளின் சேர்க்கைக்குப் பதிப்பு (record) என்றும் பெயரிடப்படுகிறது. அதே போன்று பல பதிப்புகளை ஒன்று சேர்த்துத் தொகுப்பு (block) என்றும், பல தொகுப்புகளை ஒன்று சேர்த்துக் கோவை (file) என்றும் அழைக்கிறோம். படம் 11.11 மற்றும் படம் 11.12-ல் தொகுதி, பதிப்பு, தொகுப்பு ஆகியவை குறிப்பிடப்பட்டுள்ளன.



படம் 11.11



படம் 11.12

11.7.2. மின்காந்த நாடாவின் அமைப்பு (**Structure of Magnetic Tape**)

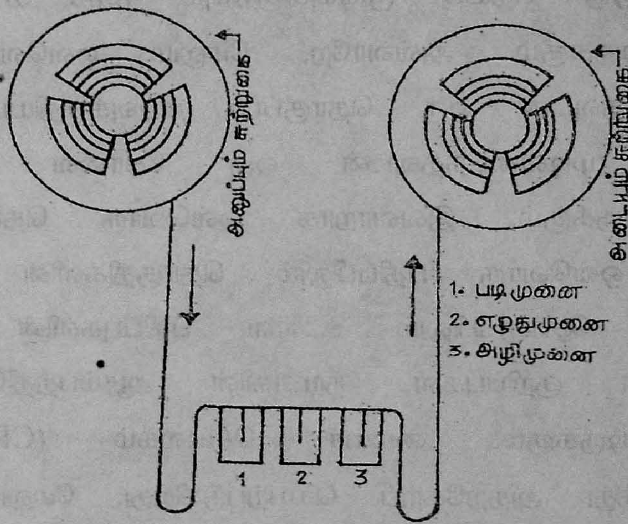
மின்காந்த நாடாக்கள் பெரும்பாலும் 1/2 அங்குல அகலமும், சுமார் 1200 அல்லது 2400 அடி நீளமும் உடையனவாகக் கிடைக்கின்றன. பிளாஸ்டிக்கால் தயாரிக்கப்பட்ட நாடாவின் மீது மின்காந்தப் பொருள் கொண்ட பூச்சுப் பூசப்பெற்றுள்ளது. இந்த

மின்காந்தப் பொருளின் ஒவ்வொரு புள்ளியும் மின்காந்தமாகும்போது மின்காந்தத் தாரைகள் உண்டாக்குகின்றன. இதன் அடிப்படையில் செய்திகள் பதிவு செய்யப்படுகின்றன. ஒரு மின்காந்த நாடாவில் சுமார் 200 இலட்சம் குறிகளுக்கு மேல் பதிவு செய்யும் கொள்ளளவு உள்ளது. மின்காந்த நாடாவின் இருமுனைகளிலும் உலோகக் குறிகள் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. நாடாவின் ஆரம்பக் குறியைக் கண்டு, நாடா அனுப்பும் சுற்றுகையிலிருந்து (sending reel) அடையும் சுற்றுகைக்குச் (receiving reel) வரை சுற்றுகிறது.

செய்தியை மின் காந்த நாடாவில் படித்தறியும் பொழுது ஒவ்வொரு தொகுதி முடிந்தபிறகும் ஒரு தொகுதி முடிவுக்குறியும் (end of field mark), அதேபோல் ஒவ்வொரு பதிப்பு (record) முடிந்த பிறகும் ஒரு பதிப்பு முடிவுக்குறியும் (end of field mark) போடப்பட்டிருக்கும். அவ்வாறே, மேலும் ஒவ்வொரு தொகுப்பு முடிவடைந்தவுடன் ஒரு தொகுப்பு முடிவுக்குறியும், பின் ஒரு கோவை முடிவடைந்தவுடன் ஒரு கோவை முடிவுக்குறியும் போடப்பட்டிருக்கும். இவ்வாறாக ஒவ்வொரு தொகுதி, பதிப்பு போன்று ஒவ்வொரு பதிப்பிலும் தொகுதிகளின் எண்ணிக்கை, ஒவ்வொரு தொகுப்பிலும் உள்ள பதிப்புகளின் எண்ணிக்கை அளவிலான குறிப்புகள், நாடாவின் ஆரம்பத்திலேயே பதிவு செய்யப்பட்டிருக்கும். மையச் செயலகம் (CPU) இதைப் படித்துணர்ந்து அதற்கேற்ப செயற்படுகிறது. மேலும், ஒவ்வொரு தொகுப்பு, பதிப்புக்களுக்கிடையே வெற்றிடமாக இடைவெளி இருக்கும். இதற்கு முறையே தொகுப்பு இடைவெளி (IBG – Inter Block Gap), பதிப்புஇடைவெளி (IRG – Inter Record Gap) என்று பெயர்.

நாடாவின் முடிவுக் குறியைக் கண்டதும், சுழற்சி நிற்கிறது. ஒவ்வொரு முறையும் காந்த நாடாவில் செய்திக் கூறுகள் பதிவு

செய்யப்படுவதற்கு முன்பு, ஆரம்ப பதிப்பாக ஒரு தலைக்குறிப் பதிவு செய்யப்படும். இதிலுள்ள சுற்றுகையின் எண், வேலை, விபரம், பணியின் ஆரம்ப தேதி, முடிவுறும் தேதி ஆகிய விபரங்களை மையச் செயலகம் படித்துணரும். இரண்டாவது குறி வால்குறி (tail label) என்றழைக்கப்படும். இதன் மூலமாகக் கோவை முடிந்துவிட்டதா அல்லது அடுத்த நாடாவில் ஆரம்பமாகிறதா என்ற விபரங்கள் கண்டறியப்படுகின்றன. மின்காந்த நர்டா சுற்றுகையிலிருந்து (reel) செல்லும் பொழுது, படிமுனை (read head), எழுது முனை (write head), அழிமுனை (erase head) என்ற மூன்று முனைகளின் வழியாகச் செல்கிறது. இந்த அமைப்பு, படம் 11.13-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



படம் 11.13

மேற்குறிப்பிடப்பட்ட மூன்று முனைகளில் எழுதும் முனை (write head) செய்திகளை மின்காந்த நாடவின் மேற்பரப்பில் எழுதுவதற்கும். படிமுனை (read head) செய்திக் கூறுகளைப் படிப்பதற்கும் பயன்படுகின்றன. அழிமுனை (erase head) நமக்கு

நாடாவில் உள்ள செய்தி கூறுகள் தேவைப்படாத பொழுது அழிக்கப்படுகின்றது.

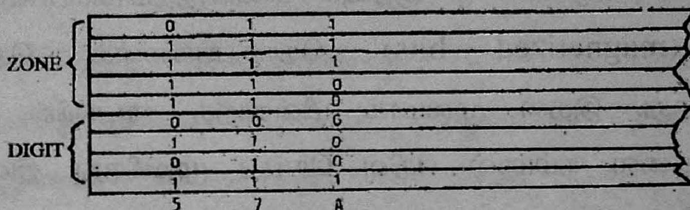
11.7.3. மின்காந்த நாடாவில் செய்தி அடர்வு முறை

மின்காந்த நாடாவில் செய்தி அடர்வு முறையானது (Data recording density in a magnetic tape) விளக்கப்பட்டுள்ளது. இங்கு மின்காந்த நாடவில் ஒவ்வொரு குறியும் மின்காந்தமாக்கப்பட்ட பல புள்ளிகளின் (magnetized bits) தொகுப்புகளைக் கொண்டு குறிப்பிடப்படுகிறது. இதன் மூலமாக மின்காந்த நாடாவில் அதிக அளவு செய்திகளை நம்மால் பதிவு செய்ய முடிகிறது. இவ்வாறு 1 அங்குல நீளமுள்ள நாடாவில் எவ்வளவு குறிகளைப் பதிவு செய்யமுடியுமோ பதிவு செய்யலாம். இம்முறைக்கு அதற்கு அடர்வு முறை (density) என்று பெயர். அதாவது 1 அங்குல நீள நாடாவில் பதிவாகியுள்ள அலகுகளின் எண்ணிக்கையால் இது அளவிடப்படுகிறது. இதனை (BPI –Bits Per Inch) என்று பெயரிடலாம். பெரும்பாலும் மின்காந்த நாடாக்களில் BPI என்ற முறையில், அதாவது 1 அங்குலத்திற்கு எவ்வளவு குறிகளைப் (bytes) பதிவு செய்யலாம் என்ற முறை பயன்படுத்தப்படுகிறது. இவை 800 BPI ஆகவோ 1200 BPI ஆகவோ இருக்கும்.

11.7.4. மின்காந்த நாடாவில் செய்திகள் பதிவு செய்யப்படும் முறை

மின்காந்த நாடாவில் செய்திகள் பதிவு செய்யப்படும் முறையானது (Data Recording method in a Magnatic Tape) இங்கு விளக்கப்பட்டுள்ளது. கணிப்பொறியின் மையச் செயலகத்தில் செய்திகள் எவ்வாறு பொறி மொழியில் குறிப்பிடப்படுகின்றனவோ அதுபோன்றே, மின்காந்த நாடாவின் மேற்பரப்பிலும் '0' அல்லது '1' என்ற முறையில் செய்திகள் பதிவு செய்யப்படுகின்றன. ஒவ்வொரு துறையின் பயன்பாட்டிற்கும் ஏற்ற முறையில் மின்காந்த நாடா ஏழு

அல்லது ஒன்பது என்ற எண்ணிக்கை நீளவாட்டத் தாரைகளைக் (tracks) கொண்டுள்ளது, இவ்வாறு உள்ள ஒவ்வொரு தாரையும் ஒரு மின்காந்தப் புள்ளி (magnetized spots) மூலம் செய்திகளைப் பதிவு செய்யும் தன்மை வாய்ந்தது. ஏழு தாரைகளை உடைய நாடாவில் ஒவ்வொரு தாரைக்கும் ஒரு படி எழுதுமுனை வீதம் ஏழுபடி எழுது முனைகள் அமைக்கப்பட்டுள்ளன.



படம் 11.14

இங்ஙனமே, ஒன்பது தாரைகளையுடைய நாடாவில் ஒன்பது படி எழுதுமுனைகள் அமைக்கப்பட்டுள்ளன. ஏழு தாரை நாடாக்கள் (BCD – Binary Coded Decimal) என்ற முறையில், குறிகளை நாடாவின் மேற்பரப்பில் பதிவுசெய்கின்றன. அதாவது (BA 8421) என்றப் புள்ளி (bits) முறையில் மின்காந்தமாக்கப்பட்ட புள்ளிகள் '1' ஐக் குறிப்பனவாகவும் மற்ற புள்ளிகள் '0' ஐக் குறிப்பனவாகவும் கொள்ளப்படுகின்றன. ஏதாவது இடப்புள்ளியானது சோதனைப் புள்ளியாகப் (test bit) பயன்படுத்தப்படுகிறது. இதே போன்று, ஒன்பது தாரை நாடாவில் எட்டுத் தாரைகள் எட்டுப் புள்ளிகளினால் ஒரு குறியையும் (character) ஒன்பதாவது புள்ளி சோதனைப் புள்ளியாகவும் (test bit) பயன்படுத்தப்படுகிறது. இந்த முறையில் விபரங்கள் மற்றும் செய்திகளைப் பதிவு செய்யும் முறைக்கு EBCDIC CODE என்று பெயர். ஒன்பது தாரை நாடாவில் ஐந்து, ஏழு, A என்ற குறிகளை எங்ஙனம் குறிப்பது என்பதைப் படம் 11.14-ல் காணலாம்.

11.8. மின்காந்தத் தட்டு

மின்காந்த நாடாவைப் போன்றே மின்காந்தத் தட்டும் (magnetic disc) பல்லாயிரக்கணக்கான பதிப்புகள் (records) கொண்ட செய்திகளைப் பதிவு செய்யவும், பின் அதனை ஆய்வு செய்யவும் பயன்படவல்ல ஒரு மிகை வேக இடுவரல் கருவியாகும். எடுத்துக்காட்டாகக் கூறின், ஒரு மின்காந்தத் தட்டில் சுமார் 10,00,00,000 குறிகள் கொண்ட செய்தியைப் பதிவு செய்ய இயலுமென்றால், அதன் பதிவு திறனுக்கு வேறு சான்றுகள் தேவையில்லை. மின்காந்தத்தட்டும், மின்காந்தப் பொருள் பூசப்பட்ட அமைப்பையுடையது. எனவே, மின்காந்த நாடாவில் செய்திகள் பதிவு செய்யப்படும் முறையிலேயே, இதிலும் செய்திகள் பதிவு செய்யப்படுகின்றன.

11.8.1. மின்காந்தத்தட்டின் அமைப்பு

புலத் தட்டுக்கள் ஒன்றன்மேல் ஒன்றாக அடுக்கப்பட்ட நிலையில் இவ்வமைப்பு அமைந்திருக்கும். இதை இரண்டு வகைகளாகப் பிரிக்கலாம்.

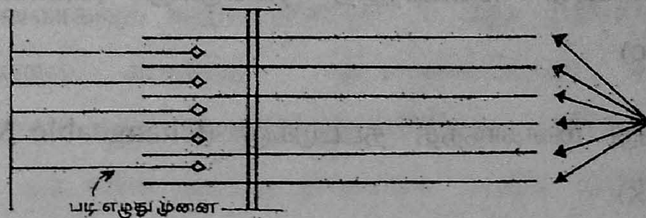
1. நிலையான மின்காந்தத் தட்டடுக்கு (Stationary Magnitic Disc)

2. மா ற்று மின்காந்தத் தட்டடுக்கு (Changeable Magenitic Disc Pack)

11.8.2. மாற்று மின்காந்தத் தட்டடுக்கு

இந்த முறையில் பல தட்டடுக்குகளை (disc pack) வேண்டியபொழுது மாற்றிக் கொள்ளவும், செய்திகளின் கொள் திறனுக்கு (capacity) ஏற்ப பொருத்தவும் இயலும். இனி மின்காந்தத் தட்டின் அமைப்பைப்பற்றி சிறிது காண்போம்.

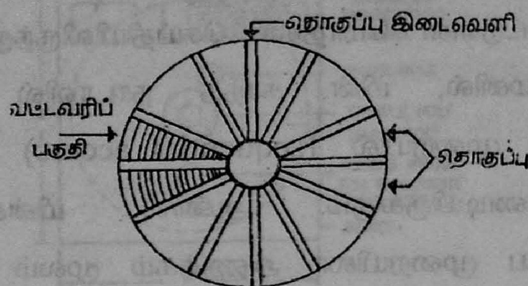
மின்காந்தத் தட்டு, நமது வீடுகளில் பயன்படுத்தப்படும் இசைத்தட்டைப் (phonograph records) போன்ற அமைப்பை உடையதாகும். ஆனால், இது உலோகத்தால் செய்யப்பட்டத் தட்டின் மேல், கீழ்ப்பகுதிகளில் நுண்காந்தப்பொருள் பூசப்பட்டுள்ளது. பல தட்டுககள் ஒன்றன்மேல் ஒன்றாக அடுக்கப்பட்ட நிலையில் இரண்டு தட்டுகளுக்கு இடையில் போதிய இடைவெளி விடப்பட்டுள்ளது. இவ்வாறு அமைக்கப்பட்ட எல்லாத் தட்டுக்களும் மையத்திலுள்ள உருளை வடிவச் சட்டத்தில் (spindle) பொருத்தப்பட்டுள்ளன. தட்டுகளுக்கு இடையில் படி-எழுது முனைகளே (read-write head) பொருத்தப்பட்டுள்ளன. இந்தப் படி-எழுதும் முனைகளே, செய்திகளைத் தட்டில் எழுதவும் அல்லது படிக்கவும் துணை செய்கின்றன. இதில் ஒன்று அசையும்படி – எழுது முனை மின்காந்த தட்டடுக்கு (moving head magnetic disc) வகையும் மற்றொன்று நிலையான படி-எழுது முனை மின்காந்த தட்டடுக்கு (fixed head magnetic disc) ஆகும். படம் 11.15-ல் அசையும் படி எழுது முனையைச் சேர்ந்த மின்காந்தத் தட்டின் அமைப்பு விளக்கப்பட்டுள்ளது.



படம் 11.15

உருளைச் சட்டத்தில் பொருத்தப்பட்டுள்ள மின்காந்தத் தட்டுகளின் மேல், கீழ் ஆகிய இரண்டு பரப்புகளிலும் செய்திகள் பதிவுசெய்யப்படுகின்றன. எடுத்துகாட்டாக, சுமார் பதினொரு அடுக்குகள் கொண்ட அமைப்பில், ஒரு தட்டுக்கு இரண்டு பக்கங்கள்

வீதம் செய்திகளைப் பதிவு செய்யக்கூடிய (recording surface) இருபது பரப்புகள் (surfaces) உள்ளன. காரணம் மேல் அடுக்கின் மேல் பரப்பும். கீழ் அடுக்கின் கீழ்பரப்பும் (surface) செய்திகளைப் பதிவு செய்ய பயன்படுத்தப்படுவது இல்லை.



படம் 11.16

ஒவ்வொரு தட்டிலும் சுமார் 100 மைய வட்ட வரிகள் (concentric tracks) உள்ளன. ஒவ்வொரு வட்ட வரியும் பல தொகுப்புகளாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளன. ஒவ்வொரு தொகுப்பிலும் சுமார் 100 வட்ட வரிப் பகுதிகள் (circular bands) உள்ளன. இரண்டு தொகுப்புகளுக்கு இடையே தொகுப்பு இடைவெளி (IBG – Inter Block Gap) உள்ளது. இவ்வாறு பிரிக்கப்பட்டுள்ள பகுதிகளில் (sectors) செய்திக்கூறுகோவைகளைப் படித்தறியவும், புதியக்கோவைகளை உருவாக்கவும் ஏற்ற விதத்தில் மின்காந்தத்தட்டின் மேற்பரப்பின் ஒவ்வொரு வட்டவரிப் பகுதிக்கும் சுட்டு எண் (address) கொடுக்கப்பட்டிருக்கும் படம் 11.16-ல் ஒரு தட்டின் மேற்பரப்பு குறிப்பிடப்பட்டுள்ளது.

11.8.3. மின்காந்தத்தட்டின் தனி இயல்புகள்

மின்காந்தத்தட்டின் தனி இயல்புகளைக் கீழ்கண்டவாறு தொகுத்துக் கூறலாம்.

1. செய்திகளைப் பதிவு செய்தலிலும் படித்தறிதலிலும் மையச் செயலகத்தின் வேகத்திற்கு ஒப்ப இது செயற்படுகிறது.

2. இதில் பல்லாயிரக்கணக்கான செய்திக்கூறுப் பதிப்புகளைச் (data records) சேமித்து வைக்க முடியும்.

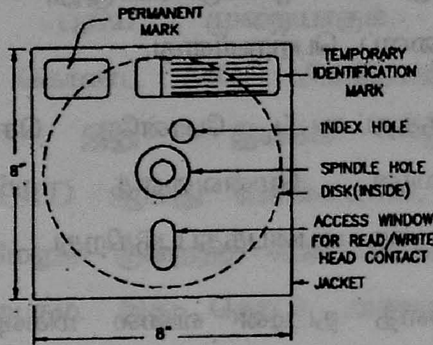
3. ஒரு குறிப்பிட்ட செய்தியையோ, கோவையையோ பதிவு செய்யப்பட்டுள்ள மொத்தச் செய்தியிலிருந்து தெரிவு செய்ய வேண்டுமெனில், மின் காந்த நாடாவில் வரிசைக் கிரம அணுகும் முறையில் (sequential access) நாடா முழுவதும் படிக்கவேண்டியிருக்கும். ஆனால், மின்காந்தத் தட்டில் செய்தியை முறையிலா அணுக்கம் மூலம் (random access) படித்தறிய இயலும்.

4. மின் காந்தத் தட்டில் செய்திக்கூறு, வழியமைப்பு, மற்றும் கணிக்கப்பட்ட விடை முதலியவற்றைப் பதிவு செய்து வைத்துக் கொண்டு வேண்டியபொழுது பயன்படுத்த முடியுமாதலால், இது ஒரு இடுவரல் மற்றும் விடுவரல் கருவியாகப் பயன்படுகிறது.

11.8.4. மின்காந்த மென்வளைத்தட்டு

உயர் நுட்ப நிலை, இடைநிலை கணிப்பொறிகளில் அதிக அளவு உள்ள செய்திகளைப் பதிவு செய்யவும் (recording) ஆய்வு செய்யவும் (processing) வேண்டியுள்ளது. இதன் காரணமாக அதிக அளவு கொள் திறன் கொண்ட மின்காந்த நாடாக்களையும் மின்காந்தத் தட்டுக்களையும் பயன்படுத்துகிறோம். ஆனால் சிறிய (mini) மற்றும் மிகச்சிறிய (micro) கணிப்பொறிகள், பெரும்பாலும் சிறிய நிறுவனங்கள் அல்லது ஆய்வுகூடங்களில் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இவற்றில் குறிப்பாக அளவில் சிறிய மின்காந்ததட்டுத் தட்டு செய்திகளைப் பதிவு செய்வதற்குப்

பயன்படுத்தப்படுகிறது. இதற்கு மின்காந்த மென்வளைத் தட்டு (floppy disc) என்று பெயர். இதில் வரிசை கிரம அணுக்கம் மூலம் செய்திகளைப் படித்தறிதல் தவிர, முறையிலா அணுக்கம் மூலமும் செய்திகளைப் பெறுவதற்கு இயலும்.



படம் 11.17

வழக்கமாக ஒரு படி – எழுதுமுனையைக் கொண்ட மின்காந்த மென்வளைத்தட்டு அமைப்பில் சுமார் 2,50,000 குறிகளைப் பதிவு செய்ய இயலும். மேலும் செய்தி அடர்வு முறையை இரட்டிப்பாக்கியும் இரண்டு படி – எழுது முனைகளைக் (read-write head) கொண்டும் ஒரு தட்டில் சுமார் 10 இலட்சம் குறிகளைப் பதிவு செய்ய இயலும். ஒவ்வொரு மென்வளைத்தட்டிலும் 77 வட்ட வரிகளும் (tracks) ஒவ்வொரு வட்ட வரியிலும் 26 பகுதிகளுமாக (sectors) அமைந்திருக்கும். தட்டின் மேற்பரப்பிலுள்ள பல பகுதிகளின் சுட்டு எண்கள் (address) அட்டவணையில் (directory) பதிவு செய்யப்பட்டுள்ளதால், நமது கட்டளைக்கேற்ப குறிப்பிடப்பட்ட கோவையிலுள்ள செய்தியைத் தேடிக் கணிப்பொறியால் நமக்குப் படித்தளிக்க இயலுகிறது. இம்முறையில், படி – எழுது முனைகள் தட்டின் மேற்பரப்பின்மீது அமர்ந்து செய்திகளைப் பதிவு செய்யவோ, படிக்கவோ செய்கின்றன. இது மின்காந்த நாடா, மின்காந்தத் தட்டு

ஆகியவற்றிலிருந்து செய்திகளை அணுகும் முறையிலிருந்து வேறுபட்டிருக்கிறது. படம் 11.17-ல் இந்த அமைப்பு காட்டப்பட்டுள்ளது.

மென்வளைத் தட்டை, மின்காந்த நாடா மற்றும் மின் காந்தத் தட்டு ஆகியவற்றுடன் ஒப்பிடும்பொழுது, மென்வளைத் தட்டு கீழ்கண்ட வசதிகளைப் பெற்றுள்ளது.

1. மின் காந்தத்தட்டைப் போன்றே, செய்திகளை அணுகும் முறையிலான மென்வளைத் தட்டிலும் முறையிலா அணுகுமுறை பயன்பத்தப்படுகிறது.

2. மென்வ ளைத் தட்டின் விலை மிகவும் குறைவு. எனவே, கணிப்பொறியை பயன்படுத்தும் ஒவ்வொருவரும் இதைத் தேவைக்கேற்ப வாங்கிப் பயன்படுத்த முடியும்.

3. இது அளவில் மிகச்சிறியது. இது பெரும்பாலும் சிறிய மற்றும் மிகச்சிறிய கணிப்பொறிகளில் பயன்படுத்த ஏற்றது, தேவையான வழியமைப்புகளின் மாற்றுப் பிரதிகளை (backup copies) இதன் மூலம் பாதுகாக்க இயலும்.

11.8.5. மின்சுமை இணைப்பு சாதனங்கள் மற்றும் பக்கெட் பிரிகேட் சாதனங்கள் (Charge coupled devices & Bucket Brigade devices)

இப்போது உள்ள அரைக் கடத்து தொழில்நுட்ப வளர்ச்சியில் புது வகையான மின்சுமை மாற்ற சாதனங்கள் (Charge Transfer Devices-CTDS) என்ற நினைவகங்கள் செய்யப்படுகிறது. இதன் இரு வகைகள்

i) மின்சுமை இணைப்புச் சாதனங்கள் (Charge Coupled Devices - CCD)

ii) பக்கட் பிரிகேட் சாதனங்கள் (Bucket Brigade Devices- BBD) ஆகும்.

11.8.6. மின்சுமை இணைப்பு சாதனங்கள்

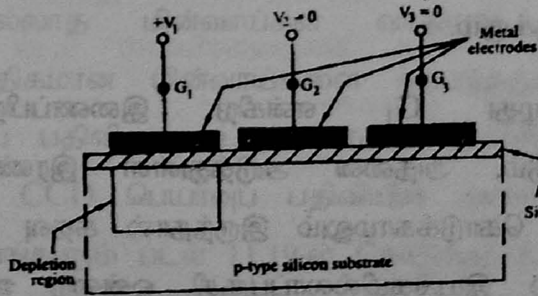
மின்சுமை இணைப்புச் சாதனங்கள் (Charge Coupled Devices – CCD) என்பது எண்ணிலக்க தகவல்களைச் சேமிக்கச் செய்யப்படும் ஒரு புதிய முறையாகும். இதில் அதிக எண்ணிக்கைகளைக் கொண்ட MOS மின்தேக்கிகள் வரிசையாக வைக்கப்பட்டிருக்கும். இது இயக்க இடம்பெயர்வியாகச் செயலாற்றுகின்றது. CCD ஆனது எளிமையான, பலதுறைகளிலும் பயன்படுத்த கூடிய மேலும் குறைந்த விலையினைக் கொண்ட ஒரு நினைவக சாதனம் ஆகும். இது தொடர் அணுகு நினைவகமாகச் செயல்படும் தன்மை கொண்டது.

CCD ஆனது கீழ்க்காணும் நிலைகளைக் கொண்டு செயலாற்றுகிறது.

i) உள்ளீடு சைகையானது மின்சுமையாக மாற்றப்படவேண்டும்

ii) மின்சுமையானது வரிசையாக மாற்றம் செய்யப்படவேண்டும்

iii) கடைசியில்,` இதன் வெளியீட்டில் கிடைக்கப்பெறும் மின்சுமையானது எண்ணிலக்க சைகையாக மாற்றப்படவேண்டும்.



படம் 11.18

ஒரு CCD ன் அமைப்பானது படம் 11.18-ல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. இதில் ஒரு P- வகை சிலிக்கான் அடித்தளம் மற்றும் அதன் மேற்பகுதியில் மெல்லிய ஆக்சைடு அடுக்கும் உள்ளது. ஆக்சைடு அடுக்கின் மேற்பகுதியில் உலோக மின்வாய்கள் வரிசையாகவும், மற்றும் நெருக்கமாகவும் ஒன்றினை மற்றொன்று தொடாமல் வைக்கப்பட்டுள்ளது. ஒவ்வொரு உலோக மின்வாயும், அதன் கீழ் பகுதியில் உள்ள அடித்தளம் மற்றும் அதன் நடுப்பகுதியில் உள்ள ஆக்சைடு அடுக்குகளுடன் சேர்ந்து தனித்தனியான MOS மின்தேக்கிகளை அதிக எண்ணிக்கையில் தோற்றுவிக்கின்றது. இதில் மின்சுமைகளைச் சேமிக்க செய்கின்ற தன்மை கொண்டதாகும்.

அதாவது, மின்வாய்க்கு நேர்முனை கொடுக்கப்படுகின்றபோது. அதன் கீழ்ப்பகுதியில் உள்ள அடித்தளத்தின் உள்பகுதியில் இயக்கமில்லாப் பகுதி உருவாகின்றது. கொடுக்கப்படுகின்ற நேர்முனையினால், இயக்கமில்லாப் பகுதியில் உள்ள துளைகள் அதன் கீழ் பகுதியில் உள்ள அடித்தளத்தை நோக்கியும், மேலும் அடித்தளத்தில் உள்ள மின்துகள்கள் இயக்கமில்லாபகுதியை நோக்கியும் செல்கின்றன. இவ்வாறு செல்கின்ற மின்துகள்கள் இயக்கமில்லாபகுதியில் சேகரிக்கப்படுகின்றது. இவ்வாறு சேகரிக்கப்படுகின்ற மின்துகள்களின் எண்ணிக்கையானது மின்முனை அடித்தளத்தில் உள்ள ஊர்தி (carrier) களின் நெருக்கத்தினைப் பொருத்து இருக்கும்.

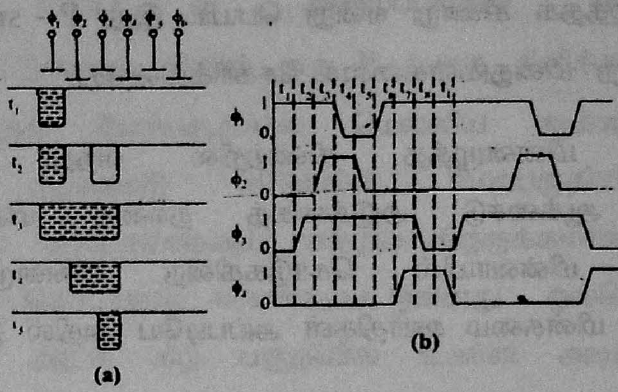
இப்பொழுது G_1 என்கிற இணைப்பிற்கு நேர்முனை கொடுக்கப்பட்டும், அதனை அடுத்துள்ள இரண்டு கதவுகளுக்கு மின்னழுத்தம் கொடுக்காமலும் இருந்தால் கதவு G_1-ன் கீழ் பகுதி அடித்தளத்தில் இயக்கமில்லாப்பகுதி ஒன்றை உருவாக்குகின்றது.

இதற்கு மின்னழுத்தக் கிணறு என்று பெயர். இது P - substrate -ல் இருந்து வருகின்ற மின்துகள்களைச் சேகரிக்கின்றது.

இவ்வாறு மின்னழுத்த கிணற்றில் வந்து சேருகின்ற மின்துகள்கள், ஆக்சைடு அடுக்கைத் தாண்டி மின்வாய்க்குச் செல்வதில்லை. மின்வாயில் கொடுக்கின்ற மின்னழுத்தமானது இருக்கின்றவரை மின்சுமை ஊர்திகள் அப்படியே அதில் இருக்கும்.

ஒவ்வொரு மின்வாயும், அதன் கீழ் பகுதியில் உள்ள அடித்தளம் மற்றும் அதன் நடுப்பகுதியில் உள்ள ஆக்சைடு அடுக்கு ஆகியவைகளுடன் சேர்ந்து, மின்தேக்கிகளைத் தோற்றுவிக்கின்றன. இது மின்சுமையை சேமிக்க செய்கின்ற தன்மையினைக் கொண்டுள்ளது. மின்வாய்களுக்குக் கொடுக்கப்படுகின்ற மின்னழுத்ததின் அளவினைப் பொருத்து அதன் கீழ்பபகுதியில் இயக்கமில்லாப் பகுதி உருவாகின்றது. இத்தகைய இயக்கமில்லாப் பகுதிகளில் சேமிப்பாகியுள்ள மின்சுமையானது கதவுகளுக்குக் கொடுக்கப்படும் சரியான, மற்றும் வரிசையான மின்னழுத்த வை...களினால் இடப்புறமிருந்து வலப்புறம் நோக்கி கடந்து செல்கிறது இதன் செயலானது இடப்பெயர்வு பதிவியைப் போன்று இருக்கும்.

மின்துகள்களை அதன் இயக்கமில்லா இடத்திற்கு கொண்டுள்ள மின்வாயை வாதியல் '1' எனவும், மற்றும் மின்வாய்கள் இல்லாத மின்வாய்கள் வாதியல் '0' எனவும் வழங்கப்படும். அதிகமான மின்வாய்களை ஏற்படுத்துவதன் முலம் நீளமான பெயர்வுப் பதிவியை உருவாக்கலாம். நான்கு முனையங் களைக் கொண்ட CCD பெயர்வுப் பதிவியின் அமைப்பும் மற்றும் அதன் அலைவடிவங்களும் படம் 11.19-ல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.



படம் 11.19

முதல் t_1 கால இடைவெளியில் 0_1 க்கு நேர்மம் கிடைப்பதால், 0_1 க்கு கீழ் இயக்கமில்லாப் பகுதி உருவாகின்றது. இதில் ஏற்படும் மின்சுமையானது வெளியில் உள்ள மூலத்தினாலோ அல்லது முந்தைய 0_4 கதவினாலோ உருவாகின்றது. நேரம் t_2 கால இடைவெளியில், 0_3 கதவுக்கு நேர்மம் கொடுக்கப்படுவதால் 0_3 கதவுக்குக் கீழ் உள்ள பகுதியில் இயக்கமில்லாப் பகுதி உருவாகின்றது. நேரம் t_2 வில் 0_1 ம் மற்றும் 0_3 ம் நேர்மங்களைக் கொண்டிருக்கும். எனவே 0_1 கதவு முதல் 0_3 கதவு வரை இயக்கமில்லாப் பகுதி உருவாகின்றது. இதனால் மின்சுமையானது 0_1 முதல் 0_3 வரை உள்ள இயக்கமில்லாப்பகுதியில் பரவுகின்றது.

நேரம் t_4 ன் போது 0_1 ன் மின்சுமையானது '0' ஆக மாறுவதனால் 0_1 ல் உள்ள இயக்கமில்லாப் பகுதி நீக்கப்படுகின்றது. இந்த நிகழ்வுகளினால் 0_1-ன் இயக்கமில்லாப் பகுதியில் உள்ள மின்சுமையானது 0_3 கதவுக்கு கீழ் உள்ள இயக்கமில்லாப் பகுதிக்கு நகர்ந்து செல்கின்றது.

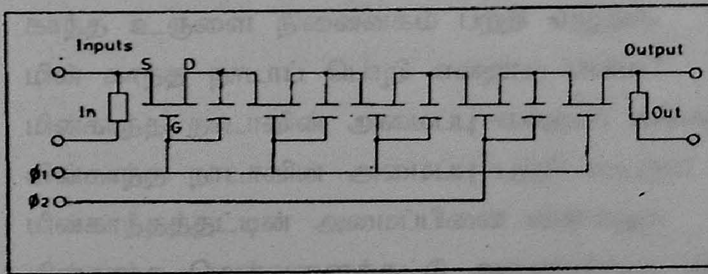
இதேபோன்று, நேரத்துடிப்புகள் வரிசையாகக் கொடுக்கப்படுகின்ற போது முதல் 0_1 உள்ள மின்சுமையானது இரண்டாவது 0_1-ன் கீழ் உள்ள இயக்கமில்லாப் பகுதிக்கு

வருகின்றது. தொடர்சியாக இவ்வாறு கொடுக்கப்படுகின்ற நேர சைகைகள், மின்சுமைகளைப் பெயர்வு பதிவியைப் போன்று ஒவ்வொரு இயக்கமில்லாப் பகுதிக்குப் பெயர்வு செய்கிறது. இதன் கடைசி பகுதியில் வைக்கப்பட்டுள்ள சிறப்பு சுற்றானது இயக்கமில்லாப் பகுதியில் மின்சுமை உள்ளதா அல்லது இல்லையா என்பதை கண்டறிந்து, அதனை முறையே 1 மற்றும் 0 என்கிற எண்ணிலக்க சைகையாக மாற்றுகிறது.

11.8.7. பக்கெட் பிரிகேட் சாதனங்கள் (Bucket Brigade devices BBD)

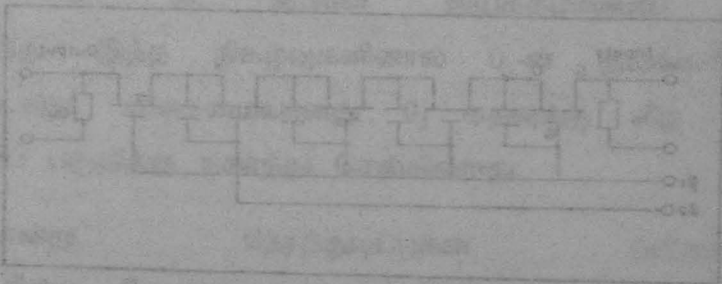
பக்கெட் பிரிகேட் சாதனங்களின் செயல்பாட்டு அமைப்பு படம் 11.20-ல் இதன் அமைப்பில் பல MOSFET கள் தொடராக இணைக்கப்பட்டு, ஒவ்வொன்றின் Gate-Drain முனைக்கு இடையில் மின்னேற்பியும் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. மின்னேற்பியை மின்னேற்றம் செய்யும் உள்ளீடு சைகையை இடப் பக்கம் உள்ள முதல் MOSFET யின் source ல் கொடுக்கவேண்டும். இ ந்நிலையில் Q_1 க்கு clock input கொடுக்கும் போது MOSFET செயல்பாடு செய்து மின்னேற்பியை ஏற்றம் செய்கிறது.

மின்னேற்றமான மின்னேற்பி அளவு ‘1’ ஐக் குறிக்கிறது. அடுத்து இரண்டாவது MOSFET யை Q_2 கடிகாரத் துடிப்பின் மூலம் ON செய்தால் இதற்கு அடுத்துள்ள மின்தேக்கி மின்னேற்றமாகிறது.



படம் 11.20

இவ்வாறு இரண்டு நிலை நேரத்துடிப்பைப் பயன்படுத்தி படிப்படியாகத் தேக்கமுள்ள மின்சாரமானது பெயர் பதிவியின் முழு நீளத்திற்கும் நகர்த்தப்பட்டு வெளியீட்டில் பெறப்படுகிறது. உயர்த்தப்பட்ட நிலைமையில் மூலத்தொடராகப் பயன்படுத்தப்பட்டிருக்கிறது. BBD தயாரிக்கும் தொழில்நுட்பமானது MOS தொழில்நுட்பம் போன்றதே. இதில் CCD தொழில்நுட்பம் மாற்றும் திறனை விடக்குறைவு.



கேள்விகள் :

1. பதிவுக் கோப்புகள் பற்றி ஒரு குறிப்பு வரைக.
2. நினைவகங்கள் என்றால் என்ன?
3. பதிவேடுகள் என்றால் என்ன?
4. குறைக்கடத்தி நினைவகங்கள் பற்றி ஒரு குறிப்பு வரைக.
5. அழிக்கும் மற்றும் அழிக்கயியலா நினைவகங்கள் என்றால் என்ன?
6. நிலையிலா மற்றும் நிலை நினைவகங்கள் என்றால் என்ன?
7. படிக்க மட்டும் நினைவகம் என்றால் என்ன?
8. படித்தல் மட்டும் நினைவக அமைப்பு பற்றி ஒரு குறிப்பு வரைக.
9. சமவாய்ப்பு அணுகு நினைவகம் அல்லது படித்து எழுதும் நினைவகம் பற்றி ஒரு குறிப்பு வரைக.
10. நிலை மற்றும் இயக்க RAM க்கான வேறுபாடுகள் யாவை?
11. திட்டமிட்ட வாதியல் அணி பற்றி எழுதுக.
12. நினைவகங்களில் முதல் உள்ளே முதல் வெளியே (FIFO)மற்றும் கடைசி உள்ளே முதல் வெளியே (LIFO) ஆகியவற்றிற்கான முறைகள் யாவை?
13. மின்னணுவியல் நிலைமாற்றிகள் (Electronic flipflops) என்றால் என்ன?
14. காந்த இரும்பு வளைய நினைவகம் (Ferrite core memory) என்றால் என்ன?
15. காந்த இரும்பு வளைய நினைவகம் பற்றி எழுதுக.
16. காந்த இரும்பு வளைய நினைவகத்தின் நேர்த்தியான அமைப்பை வரைக.
17. காந்த உருளை நினைவகம் பற்றி எழுதுக.
18. மின் காந்த நாடாப் பொறி என்றால் என்ன?
19. மின்காந்த நாடாவின் அமைப்பு என்றால் என்ன?
20. மின்காந்த நாடாவின் அமைப்பு பற்றி எழுதுக.
21. மின்காந்தத்தட்டின் அமைப்பினை விளக்குக.
22. மின்காந்த மென்வளைத்தட்டு அமைப்பினை விளக்குக.
23. மின்சுமை இணைப்புச் சாதனங்கள் பற்றி எழுதுக.

எண்ணிலக்க - ஒப்புமை மாற்றல் மற்றும் ஒப்புமை - எண்ணிலக்க மாற்றல்

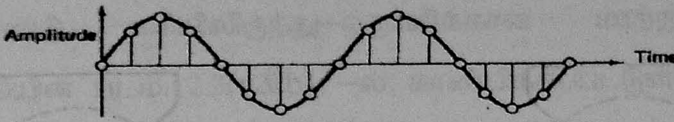
(Digital to Analog converter and Analog to Digital converter)

12.1 கூறுவெளி தேற்றம் (Sampling Theorem)

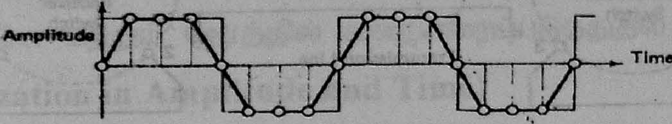
கூறுவெளி எடுத்தல் (Sampling) என்பது, நேர அச்சை குறிப்பிட்ட எண்ணிக்கையிலான இடைவெளிகளாகப் பிரித்தல் ஆகும். இந்த இடைவெளியின் அகலம் ஒரு நேர அளவீடாகும்.(உதாரணமாக 1μs)

கூறுவெளி விகிதம் (sampling rate) சைகைகளின் அதிக அதிர்வெண் பிரிவினை விட இரு மடங்கு அதிக வேகத்தில் இருக்கவேண்டும் (i.e., Sampling rate is twice as fast as the highest frequency component of the signal). குறைந்தபட்சக் கூறுவெளி அதிர்வெண்ணிற்கு நைகொஸ்ட் விகிதம் (Nyquist rate) என்று பெயர். இதனைக் கூறுவெளி தேற்றம் (Sampling theorem) என்கிறோம்.

பொதுவாக ஒப்புமை சைகையை மாதிரி எடுக்க, பொதுவான விதி ஒன்றைப் பயன்படுத்துகிறோம். அவையாவன ஒப்புமை சைகையை 5 முதல் 10 மடங்கு உச்சக்கட்ட அதிர்வெண் விகிதத்தைப்போல் மாதிரி எடுத்துக்கொள்ளலாம்.



(a) A Sine Wave is Sampled Eight Times Per Cycle. If the Sine Wave Frequency is 1000 Hz, this Sampling Rate is 8000 Hz.



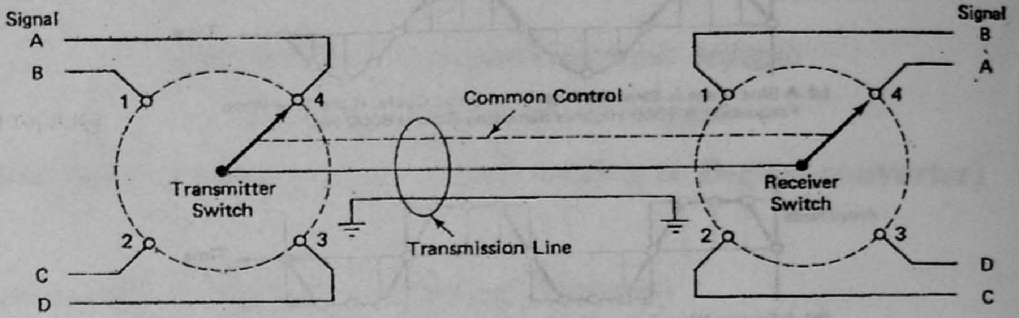
(b) A Square Wave is Sampled Eight Times Per Cycle. Note the Error Between the Original Square Wave (Light Line) and the Signal that is Reproduced from the Samples (Dark Line).

படம்.12.1

உதாரணமாக, அதிர்வெண் 1000 ஹெர்ட்ஸ் அலைவுள்ள சைன் அலை ஒன்றில் மாதிரி விகிதம் 8000 ஹெர்ட்ஸ் வரையாகும். படம்.12.1 மூலம் மாதிரி எடுத்தல் விளக்கப்பட்டுள்ளது

12.2 நேர-பகிர்வு மற்றும் ஒன்றாக்குதல் (Time – division and Multiplexing)

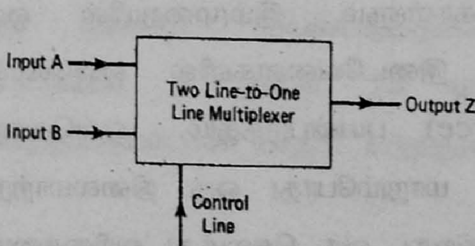
ஒரு செலுத்து (transmission) வரிசையானது வெவ்வேறு எண்ணிலக்க சைகைகளைக் கொண்டு செல்லும். இம்முறைக்கு நேரப்பகிர்வு மற்றும் ஒன்றாக்குதல் (Time – division multiplexing) என்று பெயர். இம்முறையில் ஒரு செலுத்து வரிசையினை பல சைகை வரிகள் பங்கீட்டுக் கொள்ளும். இம்முறையில் ஒரு செலுத்து வரிசையினைச் சிறிய இடைவேளைகளில் ஒவ்வொரு சைகை மூலமும் (signal source) பயன்படுத்தும். ஒவ்வொரு மூலத்திலிருந்து மற்ற மூலத்திற்கு மாறும்போது ஒரு நிலைமாற்றி விளைவு (switching effect) ஏற்படுகிறது. ஒரு செலுத்து வரிசையை நான்கு சைகை மூலங்கள் பங்கிடுவதை படம்.12.2-ன் மூலம் விளக்கலாம்.



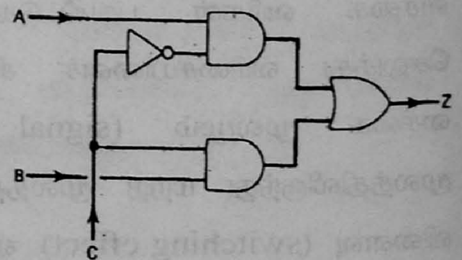
படம்12.2

இம்முறையில் இரண்டு சைகை மூலங்களை ஒரே குறிப்பிட்ட நேரத்தில் பயன்படுத்த முடியாது.

பலவின் ஒன்றாக்குதல் மூலம் எடுத்துச் செல்வதின் முடிவில் வெவ்வேறு மூலம் சைகை வரிகளில் ஏதேனும் ஒன்றை தேர்ந்தெடுக்கலாம். இந்த முறைக்குப் பயன்படும் சுற்றுக்குப் பலவின் ஒன்றாக்கி (Multiplexer) என்று பெயர். இம்முறையில் அனுப்பப்பட்ட சைகைகளை ஒன்றின் பலவாக்கி (demultiplexer) மூலம் வெவ்வேறு வெளியீட்டு வரிகளில் சேகரிக்கலாம். இதற்காகப் பலவின் ஒன்றாக்கியும், ஒன்றின் பலவாக்கியும் ஒரே முறையில் மாறும்படி ஒருங்கிணைப்புச் செய்யப்பட்டிருக்கும்.



படம்12.3(a)



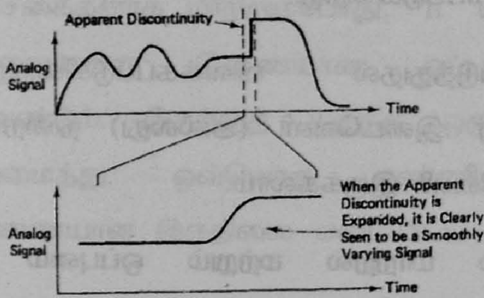
படம்12.3(b)

இரண்டு வரியிலிருந்து—ஒருவரிக்கான மாற்றும் பலவின் ஒன்றாக்கியின் படம்.12.3(a&b) —ல் காண்பிக்கப்பட்டுள்ளது.

12.3 வரையறைப்படுத்துதல் (Quantization)

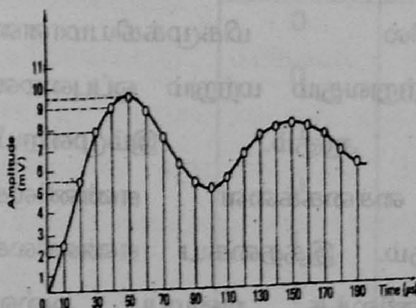
12.3.1 வீச்சு மற்றும் நேரத்தில் வரையறைப்படுத்துதல் (Quantization in Amplitude and Time)

ஓர் ஒப்புமையுள்ள சைகையில் வீச்சு மற்றும் நேரமானது தொடர்ச்சியாக உள்ளது (amplitude and time). அதாவது ஒரு குறிப்பிட்ட நேரத்தில், அதன் வீச்சினை முழுமையாக அறியலாம். படம்.12.4 —ல் இவைகள் காட்டப்பட்டுள்ளன.

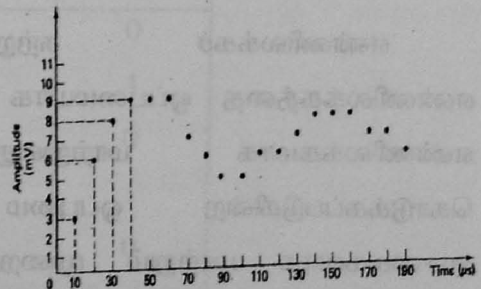


படம்12.4

ஓர் ஒப்புமையுள்ள சைகையை நேரம் மற்றும் வீச்சு அச்சில் (time axis and amplitude axis) மிகச்சிறியஅதிகரிப்புகளாகப்



படம்12.5(b)



படம்12.5(a)

Time	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190
Quantized Amplitude	0	3	6	8	9	9	9	7	6	5	5	6	6	7	8	8	8	7	7	6

அட்டவணை.12.1

பிரிக்கலாம் (infinitely small increments). அதாவது நேரம் மற்றும் வீச்சு அச்சுகளை ஏராளமான சம இடைவெளியுள்ள இடைவெளிகளாகப் பிரிக்கவேண்டும். ஓர் அச்சினை இவ்வாறு சிறு பிரிவுகளாக்கும் முறைக்கு வரையறைப்படுத்துதல் (Quantization) என்று பெயரிடப்படுகிறது. இந்த இடைவெளிகளின் அகலம் (Width) மிக முக்கியத்துவம் வாய்ந்தது. இது படம்.12.5(a&b) மற்றும் அட்டவணை.12.1-ன் மூலம் விளக்கப்படுகின்றது.

இவ்வாறு வரையறைப்படுத்துதல் விளக்கப்படுகின்றது. குறைந்த வீச்சிற்கு நிறைய நேர இடைவெளி (அல்லது) நிறைய வீச்சிற்குக் குறைந்த நேர இடைவெளி இருக்கலாம்.

12.4 எண்ணிலக்க - ஒப்புமை மாற்றல் மற்றும் ஒப்புமை எண்ணிலக்க மாற்றல் (Digital to Analog converter and Analog to Digital converter)

எண்ணிலக்கச் சுற்றுகளில் மிகமுக்கியமானவை எண்ணிலக்கத்தை ஒப்புமையாக மாற்றுவதும் மற்றும் ஒப்புமையை எண்ணிலக்கமாக மாற்றுவது ஆகும். இம்முறையில் கொடுக்கப்படுகின்ற ஒப்புமை சைகைகளை எண்ணிலக்க சைகைகளாக மாற்றும் முறையாகும். இத்தகைய எண்ணிலக்க சைகைகளை நேரிடையாக எண்ணிலக்க அமைப்பு அல்லது கருவியமைப்புகளுக்குக் கொடுக்கலாம். A/D மாற்றிகளைக் குறிப்பாட்டுக் கருவியமைப்பு (encoding device) என்று அழைக்கப்படுகிறது. ஒப்புமைச் சைகைகளை அதற்கு இணையான

எண்ணிலக்கச் சைகைகளாக மாற்றுவதால் ஒப்புமை-எண்ணிலக்க மாற்றியை, செய்தி தொகுப்பு மாற்றம் கருவி என்பர். மேலும் கொடுக்கப்படுகின்ற எண்ணிலக்க சைகைகளை அதற்கு இணையான ஒப்புமை சைகைகளாக மாற்றுகின்ற முறைக்கு எண்ணிலக்க மாற்றி என்பர். D/A மாற்றும் முறையானது, A/D மாற்றும் முறையை விட எளிதான முறையாகும். D/A மாற்றியானது பிரித்தறியும் கருவியமைப்பு (Decoding device) என்றும் அழைக்கப்படுகிறது.

12.4.1 மாறி-மின்தடை வலையமைப்பு (Variable Resistor networking)

எண்ணிலக்க சைகைகளை அதற்கு இணையான ஒப்புமைச் சைகைகளாக மாற்றும்போது, 'n' எண்ணிலக்க மின்னழுத்த எல்லை நிலைகளை இணையான ஒப்புமை மின்னழுத்தமாக மாற்ற வேண்டும். இதற்குத் தகுந்த ஒரு மின்தடை வலையமைப்பினை அமைத்து. ஒவ்வொரு எண்ணிலக்க நிலையையும் அதற்கு இணையான இருநிலை எடையிட்ட மின்னழுத்தமாக மாற்றவேண்டும்.

அட்டவணை 12.2

2^2	2^1	2^0
0	0	0
0	0	1
0	1	0
0	1	1
1	0	0
1	0	1
1	1	0
1	1	1

இணையான இருநிலை எடை என்பதைத் தெளிவாக அறிவதற்கு 3- இருநிலைச் சைகைகளாகக் காட்டப்பட்டுள்ள அட்டவணை 12.2-ஐ கருதுவோம். அட்டவணையில் காட்டப்பட்டுள்ள எட்டு எண்ணிலக்கச் சைகைகளையும் இணையான ஒப்புமை மின்னழுத்தமாக மாற்ற வேண்டும் எனக்கொள்வோம். மிகக் குறைந்த எண் 000, இதனை 0 மின்னழுத்த அலகு(Volt)க்குச் சமமாகக் கொள்வோம். மிகப் பெரிய எண் 111 -ஐ +7V-க்கு சமமாகக் கருதுவோம்.

000-விற்கும் 111-ற்கும் இடையே ஏழு தனிப்பட்ட மட்டங்கள் உள்ளன. ஆகவே ஒப்புமை சைகையை ஏழு நிலைகளாகப் பிரிக்க வேண்டும். எண்ணிலக்கச் சைகையில் மிகக் குறைவான அதிகரிப்பு மாற்றம் மீச்சிறு முக்கியமான இருநிலைக்குறி 2^0 -ஆல் குறிக்கப்படுகிறது. ஆகவே இந்த இருநிலைக்குறி ஒப்புமை மொத்த அளவீட்டில் 1/7 பங்கு மாற்றம் தோற்றுவிக்க வேண்டும். ஆகவே 2^0 நிலையில் உள்ள '1', +7 x 1/7 = 1V வெளியீட்டில் தோற்றுவிக்குமாறு, மின்தடைப் பகுப்பான் அமைக்க வேண்டும்.

இங்கு $2^1 = 2$, $2^0 = 1$ ஆகும். ஆகவே 2^1 இருநிலைக்குறி குறிக்கும் எண்ணானது, 2^0 இருநிலைக்குறி குறிப்பது போன்று இரு மடங்காக இருக்க வேண்டும். ஆகவே 2^1 இருநிலைக்குறி நிலையில் உள்ள '1', மீச்சிறு முக்கிய இருநிலைக்குறி தோற்றுவிக்கும் வெளியீட்டினைப் போன்று இரு மடங்கினை ஒப்புமை வெளியீட்டில் தோற்றுவிக்க வேண்டும். ஆகவே நாம் அமைக்கும் மின்தடைப் பகுப்பான் +7 x 2/7 = 2V ஒப்புமை வெளியீடு மின்னழுத்தம் தோற்றுவிக்க வேண்டும்.

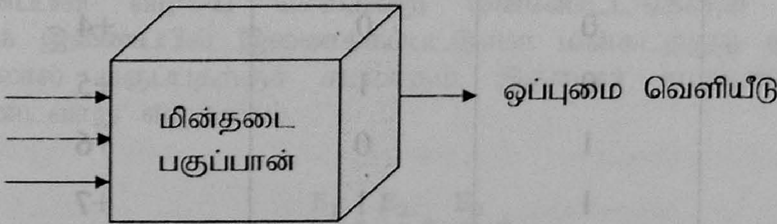
இதே போன்று $2^2 = 4 = 2 \times 2^1 = 4 \times 2^0$. ஆகவே 2^2 இருநிலைக்குறி நிலையில் உள்ள '1' மீச்சிறு முக்கிய இருநிலைக்குறி ஒப்புமை வெளியீட்டில் ஏற்படுத்தும் மாற்றத்தைப்

போன்று நான்கு மடங்கு தோற்றுவிக்க வேண்டும். ஆகவே 2^2 இருநிலைக்குறி வெளியீடு ஒப்புமை மின்னழுத்தத்தில் ஏற்படுத்தவேண்டிய மாற்றம் +7 x 4/7 = 4V.

இவ்வாறு தொடர, அடுத்தடுத்த இருநிலைக்குறியின் மதிப்பு முந்தைய இருநிலைக் குறியின் மதிப்பின் இரு மடங்காக இருப்பது தெரிகிறது. முதல்குறி 1/7, அடுத்தடுத்து 2/7, கடைசியானது 4/7 இவையே இருநிலை இணை எடையாகும். இந்த எடைகளின் கூட்டல் 1 ஆக இருக்க வேண்டும். இவ்வாறு 1/7 +2/7 +4/7 = 1. பொதுவாக மீச்சிறு முக்கிய இருநிலைக் குறிக்கு அளிக்கப்படும் இருநிலை இணை எடை $1/(2^n-1)$ ஆகும். இங்கு 'n' என்பது இருநிலைக்குறிகளின் எண்ணிக்கை, மற்ற எடைகள் 2,4,8... ஆகியவற்றால் பெருக்குவதன் மூலம் பெறலாம்.

12.4.2 மின்தடை பகுப்பான் (Resistive Divider)

மூன்று எண்ணிலக்க உள்ளீடும் ஓர் ஒப்புமை வெளியீடும் கொண்ட ஒரு மின்தடைப் பகுப்பான் (resistive divider) படம்.12.6-ல்



படம்.12.6

காட்டப்பட்டுள்ளது. எண்ணிக்கை உள்ளீடு மட்டம் 0 = 0V எனவும், 1 = +7V எனக் கருதுவோம். இப்போது 001 என்ற உள்ளீட்டிற்கு வெளியீடு +1V ஆகவும் 010 என்ற உள்ளீட்டிற்கு வெளியீடு +2V ஆகவும், 100 என்ற உள்ளீட்டிற்கு வெளியீடு +4V ஆகவும் இருக்கும். 011 என்ற எண்ணிலக்க உள்ளீடு 001, 010

ஆகிய சைகைகளின் இணைப்பாகும். 2^0 இருநிலைக்குறியிலிருந்து கிடைக்கும் +1V -ஐ, 2^1 இருநிலைக்குறியிலிருந்து கிடைக்கும் +2V -உடன் கூட்ட 011 உள்ளீட்டிற்கான வெளியீடு +3V கிடைக்கும். பிற மின்னழுத்த மட்டங்கள் அட்டவணை12.2-ல் காட்டப்பட்டுள்ளன. இவையும் மின்னழுத்தங்களின் கூட்டல் இணைப்பேயாகும். மின்தடைப் பகுப்பான் எண்ணிலக்க உள்ளீட்டினை, ஒப்புமை வெளியீடு மின்னழுத்தமாக மாற்றுவதற்கு இரு முறையைப் பயன்படுத்தலாம்.

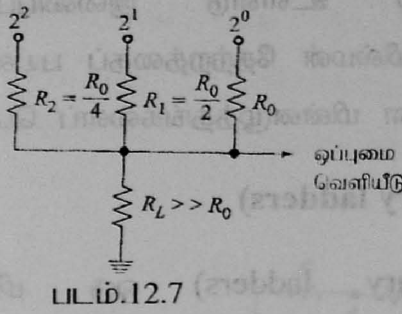
அட்டவணை 12.3

எண்ணிலக்க உள்ளீடு			ஒப்புமை வெளியீடு
0	0	0	0
0	0	1	+1
0	1	0	+2
0	1	1	+3
1	0	0	+4
1	0	1	+5
1	1	0	+6
1	1	1	+7

1. 2^0 இருநிலைக்குறி +1V, 2^1 இருநிலைக்குறி +2V, 2^2 இருநிலைக்குறி +4V மாற்றமடைய வேண்டும்.

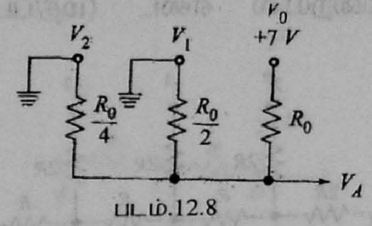
2. எண்ணிலக்க இருநிலைக் குறிகளைக் குறிக்கும் இந்த மூன்று மின்னழுத்தங்களும் ஒப்புமை வெளியீடு மின்னழுத்தம் தோற்றுவிப்பதற்காகக் கூட்ட வேண்டும்.

மேற்கண்ட



படம்.12.7

செயற்பாடுகளைச் செய்யக்கூடிய மின்தடைப் பகுப்பான் படம்.12.7ல் காட்டப்பட்டுள்ளது. இங்கு R_0, R_1, R_2 என்ற மூன்று மின்தடைகளும் பகுப்பான் வலையமைப்பாக அமைகிறது. மிக அதிகமான பளுமின்தடை R_L பகுப்பானுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளது.



படம்.12.8

வலையமைப்பிற்குக் கொடுக்கப்படும் எண்ணிலக்க உள்ளீடு சைகை 001 எனக் கருதுவோம். 0 = 0V என்பதும், 1 = +7V என நன்கு அறிவோம். இதற்கான இணைமாற்றுச் சுற்று படம்.12.8-ல் காட்டியவாறு வரையலாம். இங்கு R_L ன் மதிப்பு மிக அதிகமாக இருப்பதால் புறக்கணிக்கப்பட்டுவிடும். **மில்மன் தேற்றத்தைப்** (Millmann's Theorem) பயன்படுத்தி, ஒப்புமை வெளியீடு மின்னழுத்தம் V_A மதிப்பை எளிதாகக் கணக்கிடலாம். மில்மன் தேற்றப்படி மின்தடை வலையமைப்பின் ஏதாவது ஓர் இணைப்புப் புள்ளியில் தோன்றுகின்ற மின்னழுத்தம் அந்த இணைப்பின் வழியே செல்கின்ற மின்னோட்டங்களின் கூடுதலை, அந்தக் இணைப்பில் இணைக்கப்பட்டுள்ள மின்கடத்துத் திறன்களின் கூடுதலால் வகுப்பதற்குச் சமமாகும். இதனைச் சமன்பாடு வடிவில் கீழ்கண்டவாறு எழுதலாம்.

$$V = \frac{\frac{E_1}{R_1} + \frac{E_2}{R_2} + \frac{E_3}{R_3} + \dots}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots}$$

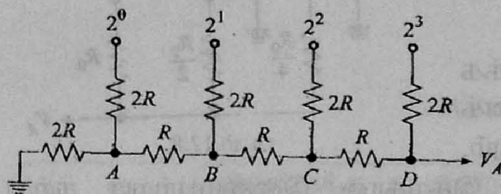
படம் 12.8-க்கு *மில்மன் தேற்றத்தைப் பயன்படுத்த*

$$V_A = \frac{\frac{V_0}{R_0} + \frac{V_1}{\left(\frac{R_0}{2}\right)} + \frac{}{\left(\frac{R_0}{4}\right)} + \dots}{\frac{1}{R_0} + \frac{2}{R_0} + \frac{4}{R_0} + \dots} = \frac{7}{7} = +1V$$

இவ்வாறாக மற்ற ஏழு உள்ளீடு இணைப்புகட்கும், இணைமாற்றுச் சுற்று வரைந்து, மில்மன் தேற்றத்தைப் பயன்படுத்தி அட்டவணை12.2-ல் காட்டப்பட்டுள்ள மின்னழுத்தங்களைப் பெறலாம்.

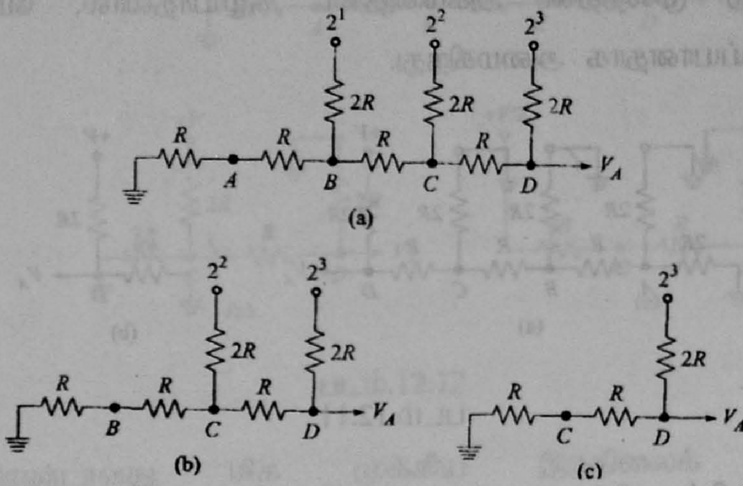
12.4.3 இருநிலை ஏணிகள் (Binary ladders)

இருநிலை ஏணி (Binary ladders) ஒரு மின்தடை வலையமைப்பாகும். இதன் வெளியீடு மின்னழுத்தம், தகுந்த முறையில் எடை (மதிப்பு) கொண்ட எண்ணிலக்க உள்ளீட்டின் கூட்டல் முறையாகும். இங்கு 4 -இருநிலைக்குறிக்காக அமைக்கப்பட்ட ஏணி படம்.12.9-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது. இங்கு படத்தில் இருவேறான மதிப்புகள் கொண்ட மின்தடைகளே பயன்படுத்தப்பட்டள்ளன. இந்த ஏணியின் இடது முனை 2R மின்தடையில் முடிவுறுகிறது. ஏணியின் வலது முனையினைத் திறந்த சுற்றாகக் கொள்வோம்.



படம் 12.9

எல்லா எண்ணிலக்க உள்ளீடுகளும் தரையிட இணைப்பாகக் கொண்டு வலையமைப்பின் மின்தடைப்பண்பினைப் பற்றி அறிவோம். கணு A – ல் ஆரம்பித்து, முடிவுறு மின்தடைக்கு அளக்கக்கூடிய மொத்த மின்தடை 2R, R^0 உள்ளீட்டில வெளியே நோக்கி அளக்கக்கூடிய மொத்த மின்தடையும் 2R ஆகும். இவ்விரு மின்தடைகளின் இணைமாற்று மின்தடை R ஆகும். இது படம்12.10(a)-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



படம்.12.10

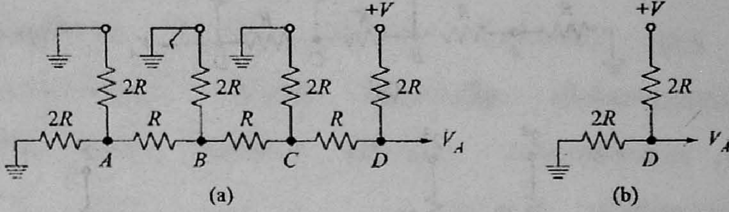
புள்ளி B –ஐ நோக்கி நகர்ந்து, இணைப்பு A –ஐ நோக்கி அளக்கக்கூடிய மொத்த மின்தடை 2R, 2^1 உள்ளீட்டிலிருந்து வெளியே நோக்கி அளக்கக்கூடிய மொத்த மின்தடையும் 2R ஆகும்.

இவ்விரு மின்தடைகளையும் இணைத்து இணைமாற்றுச் சுற்று, படம் 12.10(b) ல் காட்டியவாறு அமைக்கலாம்.

படம12.10(b)லிருந்து இணைப்பு C யிலிருந்து இணைப்பு B ஐ நோக்கி அளக்கக்கூடிய மொத்த மின்தடையும், 2^3, உள்ளீட்டிலிருந்து வெளியே செல்லும் மின்தடையும் 2R ஆகும். ஆகவே படம12.10(c)-ல் காட்டியவாறு இணைமாற்றுச் சுற்று அமைக்கலாம்.

மேற்கண்ட ஆய்விலிருந்து, எந்த ஓர் இணைப்பிலிருந்து முடிவுறு மின்தடையை நோக்கி அளக்கக்கூடிய மொத்த மின் தடையும் எண்ணிலக்க உள்ளீட்டிலிருந்து வெளியே நோக்கி அளக்கக்கூடிய மின்தடையும் 2R ஆகும். எண்ணிலக்க உள்ளீடு

தரை இணைப்பாயிருந்தாலும் அல்லது +V என கொடுக்கப் பட்டிருந்தாலும் மேற்கண்ட கூற்று மெய்யானதாகும். இலட்சிய மின்னழுத்த மூலத்தின் அகமின்தடை சுழியாதலால், மேற்கண்ட கூற்று மெய்யானதாக அமைகிறது.

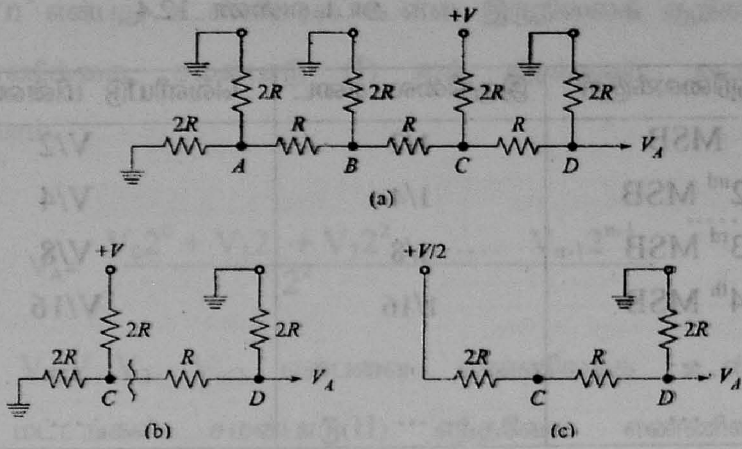


படம்.12.11

ஏணியின் மின்தடை முறை சிறப்பியலைப் பல மாறுபட்ட எண்ணிலக்க உள்ளீட்டிற்கான வெளியீட்டு மின்னழுத்தம் காண பயன்படுத்தலாம். எண்ணிலக்க உள்ளீடு சைகை 1000 எனக் கொள்வோம். இந்த உள்ளீடு சைகையுடன் இருநிலை ஏணிப்படம், படம்.12.11(a)-ல் காட்டியவாறு வரையலாம். இணைப்பு D க்கு இடப் பக்கமாக எந்தவிதமான மின்னழுத்த மூலமும் இல்லாத காரணத்தால், இடப்பக்கமாக உள்ள வலையமைப்பு முழுவதையும் ஒருமின்தடை 2R ஆல் மாற்றலாம். இது படம்.12.11(b)-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது. இந்த இணைமாற்றுச் சுற்றிலிருந்து வெளியீடு மின்னழுத்தம் எளிதாகக் கணக்கிடலாம்.

$$V_A = +V \cdot \frac{2R}{2R+2R} = +\frac{V}{2}$$

இவ்வாறு மிக முக்கிய இருநிலைக்குறி நிலையில் உள்ள '1' தோற்றுவிக்கும் வெளியீடு +V/2 ஆகும்.



படம்.12.12

இரண்டாவது மிக முக்கிய இருநிலைக் குறியால் தோன்றுகின்ற வெளியீடு மின்னழுத்தத்தைக் காண எண்ணிலக்க உள்ளீடு சைகை 0100 எனக் கொள்வோம். படம்12.12(a) காட்டப்பட்டுள்ள சுற்றால் இது காட்டப்பட்டுள்ளது. இணைப்பு C-க்கு இடப் பக்கமாக எந்த விதமான மின்னழுத்த மூலமும் இல்லாத காரணத்தால், இப்பகுதியை மின்தடை 2R ஆல் காட்டப்பட்டுள்ளது. இது படம்12.12(b)-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது. தெவினின் தேற்றத்தைப் பயன்படுத்தி படம்12.12(b)ற்கு இணையான வலையமைப்பு அமைக்கலாம். இது படம்12.12(c)-ல் காட்டியவாறு அமையும். தெவினின் இணைமாற்றுச் சுற்று (Thevanin's equivalent circuit) +V/2 மின னழுத்த மூலத்துடன் தொடராக இணைக்கப்பட்ட ஒரு மின்தடை R ஆகும். இச்சுற்றினைப் பயன்படுத்தி வெளியீடு மின்னழுத்ததைக் கணக்கிடலாம்.

$$V_A = \frac{+V}{2} \cdot \frac{2R}{R+R+R} = \frac{+V}{4}$$

இவ்வாறு இரண்டாவது மிக முக்கியமான இருநிலைக்குறி +V/4 வெளியீடு மின்னழுத்தத்தைத் தோற்றுவிக்கிறது.

அட்டவணை 12.4

இருநிலைக்குறி	இருநிலை எடை	வெளியீடு மின்னழுத்தம்
MSB	1/2	V/2
2^{nd} MSB	1/4	V/4
3^{rd} MSB	1/8	V/8
4^{th} MSB	1/16	V/16
...	...	...
...	...	...

தொடர்ந்து இந்த முறையைப் பயன்படுத்தி மூன்றாவது மிகமுக்கியமான வெளியீடு மின்னழுத்தம் +V/8 எனவும், நான்காவது மிகமுக்கியமான மின்னழுத்தம் +V/16 எனவும் காட்டலாம்.

இருநிலை ஏணிக்கான வெளியீடு மின்னழுத்தம் அட்டவணை 12.4-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது. ஒவ்வொரு எண்ணிலக்க உள்ளீடும் தகுந்த எடை (மதிப்பு) கொண்ட இருநிலை வெளியீடு மின்னழுத்தமாக மாற்றப்பட்டுள்ளது.

பொதுவாக ஏணி நேர்போக்கு மின்தடைகளால் அமைக்கப்பட்டுள்ளமையால், இம்முறை ஓர் நேர்போக்கு வலையமைப்பு ஆகும். ஆகவே மேற்பொருத்துதல் தத்துவத்தைப் (Principle of super position) பயன்படுத்தலாம். அதாவது உள்ளீடு எண்ணிலக்க மட்டங்களால் தோன்றுகின்ற மொத்த வெளியீடு மின்னழுத்தம் ஒவ்வொர் எண்ணிலக்க உள்ளீட்டால் தோன்றும் வெளியீடு மட்டங்களின் கூட்டல் மூலம் காணலாம்.

சமன்பாடு வடிவில் வெளியீடு மின்னழுத்தம் கீழ்க்கண்டவாறு கணக்கிடலாம்.

$$V_A = \frac{V}{2} + \frac{V}{4} + \frac{V}{8} \ldots\ldots\ldots \frac{V}{2^n} \qquad \ldots\ldots (I)$$

இங்கு 'n' என்பது உள்ளீட்டில் உள்ள இருநிலைக் குறிகளின் மொத்த எண்ணிக்கை. சமன்பாடு (I) ஐக் கீழ்க்கண்ட வடிவில் மாற்றி எழுதலாம்.

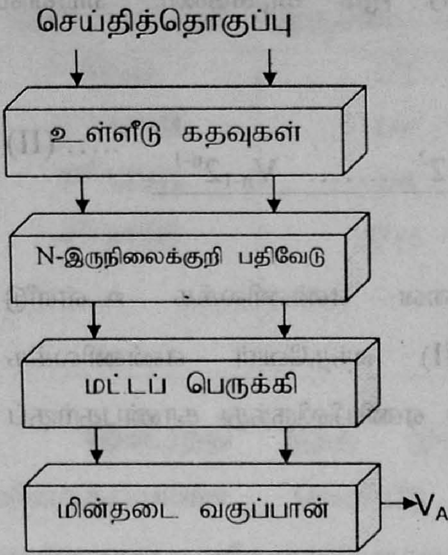
$$V_A = \frac{V_0 2^0 + V_1 2^1 + V_2 2^2 \ldots\ldots\ldots\ V_{n-1} 2^{n-1}}{2^2} \quad \ldots\ldots (II)$$

இங்கு $V_0, V_1, V_2 \ldots V_{n-1}$ என்பவை எண்ணிலக்க உள்ளீடு மின்னழுத்த மட்டங்கள் சமன்பாடு(II) எந்தவோர் எண்ணிலக்க சைகைக்கான வெளியீடு மின்னழுத்தம் ஏணியிலிருந்து காண்பதற்குப் பயன்படுத்தலாம்.

12.5 எண்ணிலக்க ஒப்புமை மாற்றி (D/A மாற்றி)

எண்ணிலக்க சைகையை ஒப்புமை சைகையாக மாற்றுவதற்கு மின்தடைப் பகுப்பானையோ அல்லது ஏணி முறையையோ பயன்படுத்தலாம். முக்கியமாக மின்தடை வலையமைப்பில்தான், எண்ணிலக்கச் சைகை, ஒப்புமை சைகையாக மாற்றப்படுகிறது.

முழுமையான D/A மாற்றி அமைப்பதற்கு மேலும் அதிகப்படியான சுற்றுகள் இங்கு தேவைப்படுகின்றன.



படம்.12.13(a)

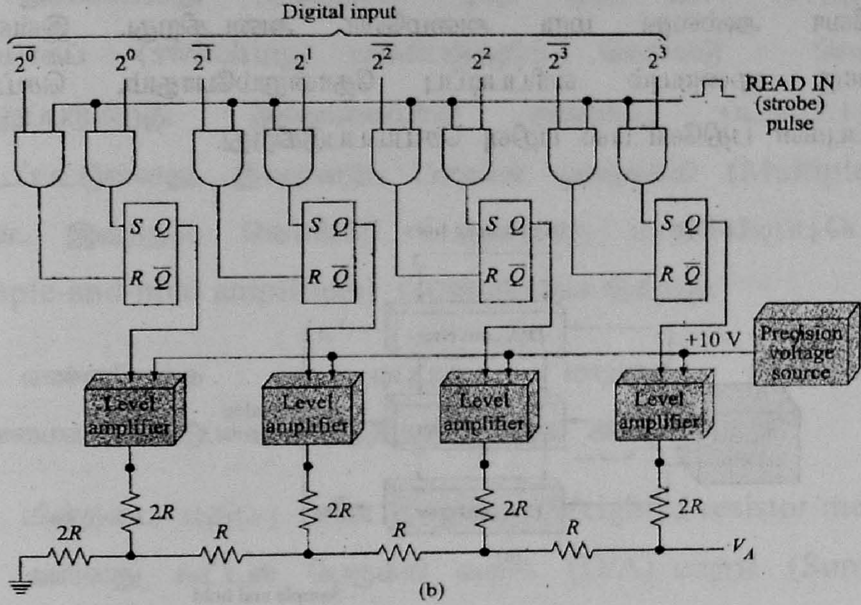
D/A மாற்றியில் எண்ணிலக்க செய்திகளைச் சேமித்து வைப்பதற்குப் பதிவேடு (Register) தேவைப்படுகிறது. பதிவேடு எவ்வகையான பதிவேடாகவும் இருக்கலாம். பொதுவாக RS-ஐப் பயன்படுத்தி எளிய பதிவேடு அமைக்கலாம். ஓவ்வோர் இருநிலைக் குறியையும் சேமித்து வைப்பதற்கு ஒவ்வொரு நிலைமாறி அவசியம் பயன்படுத்தவேண்டும்.

பதிவேட்டிற்கும், மின்தடை வலையமைப்பிற்கும் இடையே மட்டப்பெருக்கி (level amplifiers) அமைக்க வேண்டும் வலையமைப்பிற்குக் கொடுக்க கூடிய எல்லா எண்ணிலக்கச் சைகைகளும் ஒரே மட்டங்களிலும் மாறிலியாக (Constant) அமைவதற்கு இது பயன்படுகிறது. நிலைமாறிலிகளைத் தகுந்தவாறு 'அமைவு (information)' செய்வதற்குப் பதிவேட்டின் வெளியீட்டில் சில வகையான கதவுகள் அமைக்க வேண்டும். முழுமையான D/A மாற்றியின் கட்டப்படமானது, படம் 12.13(a)- ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

படம் 12.13(a) ல் காட்டப்பட்டுள்ள மாற்றி கட்டப்படத்தை, அடிப்படையாகக் கொண்டு முழுமையான நான்கு இருநிலைக் குறி D/A மாற்றி வரையலாம். படம் 12.13(b) ல் பயன்படுத்தப்பட்டுள்ள மின்தடை வலையமைப்பு ஏணி வகையானதாகும்.

ஒவ்வொரு மட்டப் பெருக்கிகட்கும் இரு உள்ளீடுகள் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன. நுட்பமின்னழுத்த மூலத்திலிருந்து +10V ஓர்

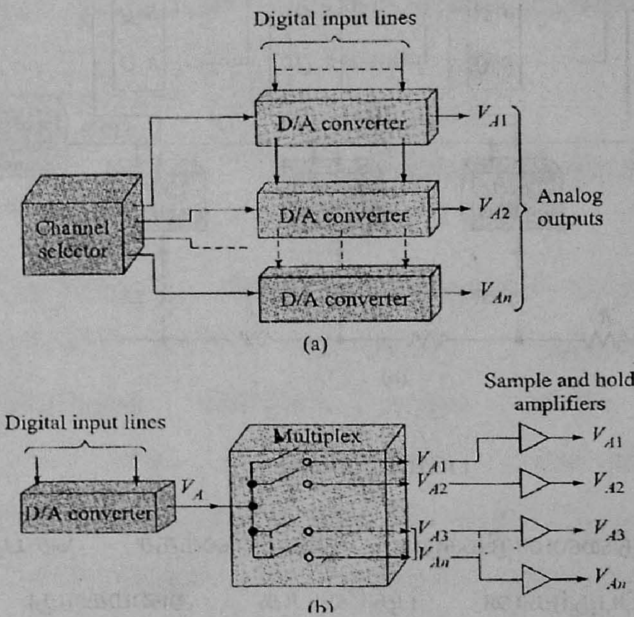
உள்ளீடாகக் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. மட்டப்பெருக்கியின் ஈர் உள்ளீடுகளும் உயர்வாக இருக்கும்போது, பெருக்கப்பட்டவை +10V ஆகும். நிலைமாறியிலிருந்து கொடுக்கப்படும் உள்ளீடு தாழ்வாக இருக்கும்போது, பெருக்கியின் வெளியீடு '0' V ஆக இருக்கும்.



படம்.12.13(b)

நான்கு நிலைமாறிகளும் எண்ணிலக்கச் செய்திகளைச் சேமித்து வைப்பதற்கான பதிவேடாக அமைகிறது. வலது முனையில் அமைந்துள்ள நிலைமாறி மிக முக்கியமான இருநிலைக் குறியையும்(MSB), இடது முனையில் அமைந்துள்ள நிலைமாறி மீச்சிறு முக்கியமான இருநிலைக் குறியையும் குறிக்கிறது. ஒவ்வொரு நிலைமாறியும் R-S வகையாதலால் இதனை 'அமைவு' (set) செய்வதற்கோ 'மறுஅமைவு' (Reset) செய்வதற்கோ R அல்லது S உள்ளீட்டில் நேர்மட்டம் தேவைப்படுகிறது. கதவுகளைப் பயன்படுத்திச் செய்தித் தொகுப்புகளைப் பதிவேட்டில் பதிவு செய்யலாம். கதவுகளைப் பயன்படுத்துகின்ற காரணத்தால்

ஒவ்வொரு முறையும் செய்தித் தொகுப்புகளைப் பதிவு செய்யும் போது நிலைமாறிகளை ஆரம்ப நிலைக்குச் சீர் செய்ய வேண்டிய அவசியம் இல்லை. வரிபடிப்பு உயர்நிலையை அடையும்போது, நிலைமாறிகட்கு இணைக்கப்பட்டு இரு கதவுகளில் ஒன்றின் வெளியீடு மெய்யாகிறது. நிலைமாறிகள் இதற்குத் தகுந்தவாறு அமைவோ அல்லது மறு அமைவோ அடைகிறது. இவ்வாறு ஒவ்வொரு முறையும் வரிப்படிப்பு தோன்றும்போதும், செய்தித் தொகுப்புகள் பதிவேட்டில் பதிவு செய்யப்படுகிறது.



படம்.12.14

நடைமுறையில் ஒன்றிற்கு மேற்பட்ட சைகைகளை மறு குறியிட வேண்டியுள்ளது. இதற்கு நாம் பல முறைகளைப் பயன்படுத்தலாம். ஒவ்வொரு சைகைக்கும் ஒரு தனிப்பட்ட D/A மாற்றியைப் பயன்படுத்த வேண்டும். இம்முறை படம்.12.14(a) ல் காட்டப்பட்டுள்ளது. இவ்வகையில் மறுகுறியீடு செய்ய வேண்டிய ஒவ்வொரு சைகையையும் ஒரு பதிவேட்டில் அமைத்துப் பின்பு ஒப்புமை வெளியீடு மின்னழுத்தம் நிலைப்படுத்தப்படுகிறது. இது

இவ்வகையான அமைப்பின் சிறப்பாகும். எண்ணிலக்க உள்ளீடு வரிகள் ஒவ்வொரு மாற்றிக்கும் இணையாக இணைக்கபட்டுள்ளது பின்பு தகுந்த மாற்றியைத் தேர்ந்தெடுத்து, தேர்வு வரியால் மறுகுறியிடப்படுகிறது.

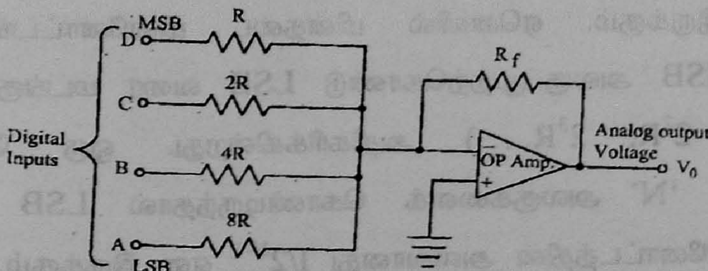
இரண்டாவது முறையில் ஒரே ஒரு D/A மாற்றியைச் சாவியாகப் (switching) பயன்படுத்திக் கொண்டு வெளியீடு கடத்தப்படுகிறது. இவ்வகையான அமைப்பு படம்.12.14(b)-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது. இவற்றைப் பலவின் ஒன்றாக்கி (Multiplexing) என்பர். இவற்றில் வெளியீடு பெறுவதற்கு மாதிரி-பிடிப்பு-பெருக்கி (Sample-and-hold amplifiers) பயன்படுத்தப்படுகிறது.

எண்ணிலக்க – ஒப்புமை மாற்றல் இருவகையில் வடிவமைக்கப்பட்டுப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. அவையாவன,

1) மின்தடை மதிப்பு (எடை) முறை (Weighted resistor method) அல்லது கூட்டல் பெருக்கி வகை (D/A) மாற்றி (Summing amplifier type D/A converter)

2) ஈரடி ஏணி வலைச்சுற்று (Binary ladder network) D/A மாற்றி.

மின்தடை மதிப்பு (எடை) முறை 5 அல்லது கூட்டல் பெருக்கி வகை எண்ணிலக்க-ஒப்புமை மாற்றி.



படம்.12.15

மின்தடை மதிப்பு (எடை) முறை அல்லது கூட்டல் பெருக்கிவகை எண்ணிலக்க – ஒப்புமை மாற்றி படம்.12.15-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது. இதன் உள்ளீடுகள் A,B,C மற்றும் D. இதில் கொடுக்கப்படும் 0 மற்றும் 1 என்கிற வாதத்தைப் பொருத்து சரியான மின்னழுத்தமானது அதன் உள்ளீடுகளுக்கு அளிக்கப்படுகின்றது. '0' என்ற வாதமானது 0 மின்னழுத்தையும், '1' என்ற வாதமானது 5V ஐயும் குறிக்கும். இதில் உள்ள இயக்க பெருக்கியானது (Operational amplifier) கூட்டல் பெருக்கியாகச் செயல்படுகிறது. இது அதன் உள்ளீட்டில் கொடுக்கப்படுகின்ற மின்னழுத்தங்களைக் கூடுதல் (add) செய்து பின்பு அதனைப் பெருக்கம் (amplify) அல்லது பல்பெருக்கம் (multiply) செய்யும் தன்மை கொண்டது. பெருக்கமடையும் அளவானது பின்னூட்ட மின்தடை (feedback resistor) R_f க்கும் மற்றும் அதன் உள்ளீட்டில் இணைக்கப்பட்டுள்ள மின்தடை R_{in} -க்கும் உள்ள விகிதத்தைப் (ratio) பொருத்து இருக்கும்.

வாதம் 1 (+5V) என்கிற உள்ளீடானது MSB அலகு Dல் கொடுக்கப்பட்டால், மின்னோட்டத்தின் அளவானது 'I' எனவும் C அலகில் (bit) கொடுக்கப்பட்டால் மின்னோட்டத்தின் அளவானது 'I/2' எனவும், B bit ல் கொடுக்கப்பட்டால் மின்னோட்டம் $I/2^2$ எனவும் மற்றும் LSB A அலகில் கொடுக்கப்பட்டால் மின்னோட்டம் $I/2^3$ எனவும் இருக்கும். ஏனெனில் மின்தடை மின்னோட்டங்களின் மதிப்புகள் MSB அலகு முதற்கொண்டு LSB வரை மடங்குகளாக (2^0R, 2^1R, 2^2R, 2^3R.....) அதிகரிக்கின்றது. ஒரு வேளை உள்ளீடானது 'N' அலகுகளைக் கொண்டிருந்தால் LSB அலகு செல்லும் மின்னோட்டத்தின் அளவானது $I/2^{N-1}$ என இருக்கும்.

இந்தச் சுற்றில் செல்லும் ஒட்டு மொத்த மின்னோட்டம் அதற்குக் கொடுக்கப்படுகின்ற எண்ணிலக்க உள்ளீட்டிற்கு (digital input) நேரடித்தொடர்பு கொண்டதாக இருக்கும். கூட்டல் பெருக்கிவகை(OP-AMP) உள்ளீட்டில் கொடுக்கப்படுகின்ற மின்னோட்டத்தின் அளவினை மின்னழுத்தமாக மாற்றுகிறது.

வெளியீட்டு மின்னழுத்தம் $V_o = -\left(+\frac{Rf}{R}b_3V + \frac{Rf}{2R}b_2V + \frac{Rf}{4R}b_1V + \frac{Rf}{8R}b_0V\right)$

$$V_o = -Rf\left(\frac{8b_3 + 4b_2 + 2b_1 + 1b_0}{8R}\right)V$$

$$V_o = -\frac{Rf \times V}{R \times 2^3}[2^3b_3 + 2^2b_2 + 2^1b_1 + 2^0b_0]$$

இதில் $R_f = R$ மற்றும் $V = 2^3(=8)V$ என இருந்தால்

$V_0 = -(2^3b_3+2^2b_2+2^1b_1+2^0b_0)$ ஆகும்.

இதே போன்று, N அலகுகளைக் கொண்ட D/A மாற்றியின் வெளியீடானது,

$$V_o = -\frac{Rf \times V}{R\,2^{N-1}}[2^{N-1}b_{N-1}+2^{N-2}b_{N-2} + \ldots 2^2b_2+2^1b_1+2^0b_0]$$

என இருக்கும்.

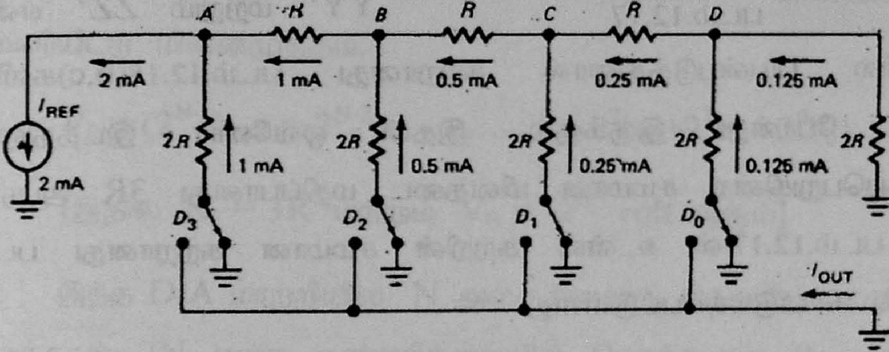
அட்டவணை 12.5

D	C	B	A	$V_o(-V)$
0	0	0	0	0
0	0	0	1	1
0	0	1	0	2
0	0	1	1	3
0	1	0	0	4
0	1	0	1	5
0	1	1	0	6
0	1	1	1	7
1	0	0	0	8
1	0	0	1	9
1	0	1	0	10
1	0	1	1	11
1	1	0	0	12
1	1	0	1	13
1	1	1	0	14
1	1	1	1	15

இதன் வெளியீடானது அதற்குக் கொடுக்கப்படுகின்ற எண்ணிலக்க உள்ளீடுகளைப் பொருத்து ஒப்புமை மின்னழுத்தமாக இருக்கும். எந்தெந்த உள்ளீடுகளில் வாத உள்ளீடுகள் எவ்வாறு (0அல்லது1) கொடுக்கப்பட்டுள்ளது என்பதைப் பொருத்து வெளியீடு கணக்கிடப்படவேண்டும். உள்ளீட்டு சைகைகளைப் பொருத்து வெளியீட்டில் கிடைக்கப்பெறும் ஒப்புமை மின்னழுத்தத்தின் அளவானது எவ்வாறு இருக்கும் என்பது அட்டவணை 12.5-ல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

12.5.1 R/2R ஈரடி ஏணி வலைச்சுற்று D/A மாற்றி (R/2R ladder type D/A converter)

ஐந்து அலகுகளைக் கொண்ட R/2R ஏணி வகை D/A மாற்றி (R/2R ladder type D/A converter) படம்.12.16-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



படம்.12.16

இது R மற்றும் 2R என்கிற மதிப்புகளைக் கொண்ட இரண்டு வகையான மின்தடைகளை மட்டும் கொண்டுள்ளது. மின்தடைகளுக்குக் கொடுக்கப்படும் உள்ளீடானது எண்ணிலக்க சைகையினால் கட்டுப்படுத்தப்படும் சாவிகளின் மூலம் அளிக்கப்படுகின்றது. எண்ணிலக்க உள்ளீடான வாதம் '1' மற்றும் '0' வினைப் பொருத்து சரியான மின்னழுத்த சைகையானது உள்ளீட்டில் கிடைக்கப்பெறுகிறது.

இந்த D/A மாற்றியின் வெளியீட்டைச் சரிபார்க்க, ஒரு 3 அலகு D/A மாற்றியானது படம் 12.17-ல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. இதில் கொடுக்கப்படுகின்ற உள்ளீடுகளை 0,0,1 என்று எடுத்துக்கொண்டால், இதன் வெளியீடு எவ்வாறு இருக்கும் என்பது கீழ்க்கண்ட முறையில் தெவின் தேற்றத்தினைப் பயன்படுத்திக் கணக்கிடப்படுகிறது.

XX' என்ற இடத்தில் தெவனின் தேற்றத்தைப் பயன்படுத்தினால் சுற்றானது படம் 12.18(a) ல் உள்ளது போன்று இருக்கும். இதே போன்று தெவனின் தேற்றத்தை YY' மற்றும் ZZ' என்ற இடங்களில் பயன்படுத்தினால் சுற்றானது படம்.12.18(b,c)களில் உள்ளது போன்று இருக்கும். இதன் ஒவ்வோர் இடத்திலும் கிடைக்கப்பெறுகின்ற சமமான மின்தடை மதிப்பானது 3R ஆகும். எனவே படம்.12.17-ல் உள்ள சுற்றின் சமமான சுற்றானது படம் 12.18(d)-ல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

படம்.12.17

படம்.12.18

இதன் வெளியீட்டு மின்னழுத்த அளவானது

$$V_0 = -\left[\frac{R_F}{3R}\ \frac{V_R}{2^3}\ b_0 + \frac{R_F}{3R}.\ \frac{V_R}{2^2}.\ b_1 + \frac{R_F}{3R}.\ \frac{V_R}{2^1}\ b_2\right]$$

$$= -\left[\frac{R_F}{3R}\right]\left[\frac{V_R}{2^3}\right]\ [4b_2 + 2b_1 + 1b_0]$$ ஆகும்.

இதில் $R_F = 3R$ மற்றும் $VR = -2^3(=8)V$ என எடுத்துக்கொண்டால், வெளியீட்டில் கிடைக்கப்பெறும் ஒப்புமை மின்னழுத்தமானது எண்ணிலக்க உள்ளீட்டுக்குச் சமமாக இருக்கும்.

அதாவது $V_0 = +[4b_2+2b_1+1b_0]$ ஆகும். பொதுவாக N அலகுகளைக் கொண்ட D/A மாற்றியில் கிடைக்கப்பெறும் வெளியீட்டு மின்னழுத்தம்,

$$V_0 = (2^{N-1}b_{N-1} + 2^{N-2}b_{N-2} + \ldots\ldots + 2^2b_2 + 2^1b_1 + 2^0b_0)$$

[இதில் $R_F = 3R$ மற்றும் $V_R = -2^N$ volt ஆகும்]

இந்த D/A மாற்றியில் N அலகுகளைக் கொண்ட உள்ளீடுகள் இருந்தால் 2N என்ற எண்ணிக்கையில் மொத்தமாக R மற்றும் 2R மின்தடைகள் தேவைப்படும். ஆனால் மதிப்பு மின்தடை (Weighted resistor) D/A மாற்றியில் N என்ற எண்ணிக்கையில் மட்டும் மின்தடைகள் தேவைப்படும்.

LSB bit மட்டும் வாதம் '1' என இருந்தால் வெளியீடு $V_R/2^3$ எனவும் மற்றும் 010 என்ற எண்ணிலக்க உள்ளீட்டின் போது வெளியீட்டு மின்னழுத்தமானது $V_R/2^2$ எனவும், மற்றும் 100 என்ற எண்ணிலக்க உள்ளீட்டின் போது வெளியீட்டு மின்னழுத்தம் $V_R/2^1$ ஆகவும் கிடைக்கும்.

12.5.2 D/A மாற்றியின் செயல்பாட்டு சிறப்பியல்புகள் (Performance characteristics of D/A converter)

D/A மாற்றி கீழ கண்ட பண்புகளைக் கருத்தில் கொள்ள வேண்டும். அவையாவன:

i. உறுதிப்பாடு (Resolution)

ii. நீளச் சார்பு (Linearity)

iii. நுட்பம் (Accuracy)

iv. தளர் காலம் (Setting time)

v. வெப்ப நுண்ணுணர்வு (Temperature sensitivity)

vi. D/A வேகம் (D/A Speed)

vii. ஒரே நிலை (Monotonocity)

i) உறுதிப்பாடு

உறுதிப்பாடு என்பது ஒரு மாற்றியின் முழுஅளவுக் குறி அளவினைக் கொண்ட வெளிப்பாட்டு எல்லையில் ஏற்படுகின்ற மிகக் குறைந்த அளவு மாற்றத்தினைக் குறிக்கும்.

உதாரணமாக 8 அலகு அளவினைக் கொண்ட D/A மாற்றியில் 2^8 (அல்லது) 256 என்ற எண்ணிக்கைகளைக் கொண்ட வெளியீட்டு மின்னழுத்தங்கள் பெறப்படுகின்றன. இதில் ஏற்படும் வெளியீட்டின் குறைந்தளவு மின்னழுத்தமானது முழுஅளவுக் குறியீட்டின் வெளியீடு அளவுகளில் 1/255 ஐக் கொண்டிருக்கும். எனவே இதன் உறுதிப்பாடு என்பது 255 -ல் ஒரு பங்கு அல்லது 0.4 சதவீதம் ஆகும்.

ii) நீளம் சார்பு

D/A மாற்றியின் நீளம் சார்பு என்பது அதன் உள்ளீட்டில் கொடுக்கப்படுகின்ற எண்ணிலக்க உள்ளீட்டைப் பொருத்து வெளியீட்டில் கிடைக்கப்பெறும் ஒப்புமை மின்னழுத்தமானது எவ்வளவு சீராக மாற்றமடைகிறது என்பதைக் குறிக்கும். நாம் பயன்படுத்துகிற சுற்றுகளில் உள்ள மின்தடைகளின் மதிப்பினாலும் மற்றும் சாவிகளின் குறுக்கே ஏற்படுகின்ற மின்னழுத்தங்களின் அளவுகளினாலும் வெளியீடு மின்னழுத்தமானது உள்ளீட்டைப் பொருத்து சரியாக மாற்றமடையாமல் இருக்கலாம்.

iii) நுட்பம்

நுட்பம் என்பது அதன் வெளியீட்டில் கிடைக்கப் பெறுகின்ற ஒப்புமை மின்னழுத்தத்திற்கும், உண்மையில் அதன் வெளியீட்டில் கிடைக்கப்படவேண்டிய ஒப்புமை மின்னழுத்தத்திற்கும் உள்ள வித்தியாசத்தைக் குறிப்பதாகும்.

iv) தளர் காலம்

தளர் காலம் என்பது ஒரு சுற்றின் உள்ளீட்டிற்கு, ஏற்கனவே கொடுக்கப்பட்ட எண்ணிலக்க சைகையானது வேறொரு நிலைக்கு மாற்றப்பட்ட பின்பு எவ்வளவு குறைந்த நேரத்தில் அதற்குரிய உண்மையான ஒப்புமை சைகை கிடைக்கப்பெறுகிறது என்கிற நேரத்தைக் குறிப்பிடுவதாகும்.

v) வெப்ப நுண்ணுனர்வு

கொடுக்கப்படுகின்ற ஒரு குறிப்பிட்ட உள்ளீடு எண்ணிலக்க சைகையானது வெளியீட்டு மின்னழுத்தமானது சரியான இடத்திற்கு வந்த பிறகு வெப்பநிலையைப் பொருத்து அதன் வெளியீடானது ௭வ்வளவு மாற்றமடைகிறது எனக் கூறுவது வெப்ப நுண்ணுனர்வு எனப்படும்

vi)D/A வேகம்

ஒரு குறிப்பிட்ட சரியான மதிப்பினை அடைவதற்கு D/A மாற்றிக்குத் தேவைப்படுகின்ற நேரமானது D/A வேகம் எனப்படும்.

vii) ஒரே நிலை

உள்ளீட்டில் கொடுக்கப்படுகின்ற எண்ணிலக்க மதிப்பானது அதிகரிக்கப்படுகிறபோது அதற்குத் தகுந்தவாறு வெளியீட்டில்

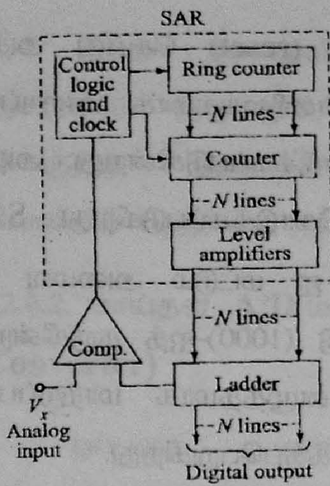
கிடைக்கப்பெறுகின்ற ஒப்புமை மதிப்பும் ஒரே மாதிரியாக அதிகரித்தால் அந்த பண்பானது ஒரே நிலை எனப்படும்

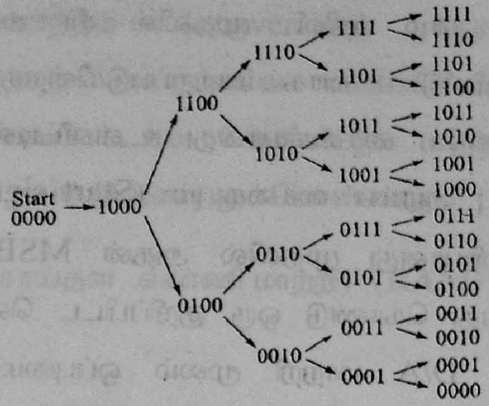
12.6 ஒப்பிலக்க மாற்றியை எண்ணிலக்க மாற்றியாக மாற்றுதல் (Analog to Digital [A/D]Converter)

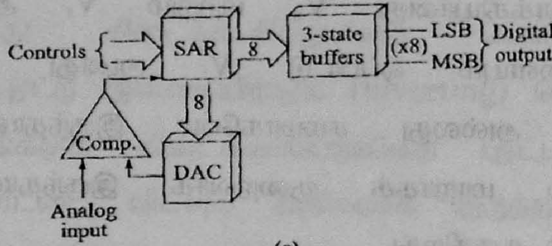
ஒப்பிலக்க மாற்றியை எண்ணிலக்க மாற்றியாக மாற்றுகின்ற முறையானது A/D மாற்றுதல் எனப்படும். வெப்பம், அழுத்தம், திசைவேகம் போன்றவைகளின் மதிப்புகளைக் கண்டுபிடிக்க உதவும் சுற்றுகளில் டிரான்ஸீடியுசர்கள் இருக்கிறது. இதிலிருந்து ஒப்பிலக்கச் சைகைகள் (மின்னழுத்தம் மற்றும் மின்னோட்டம்)கிடைக்கப்பெறும். இத்தகைய சைகைகளை ஒரு A/D மாற்றி பெற்று அதற்கு இணையான எண்ணிலக்கச் சைகையை அதன் வெளியீட்டில் தருகிறது. இதேபோல் எண்ணிலக்கச் சைகைகளை நேரடியாக எண்ணிலக்க அமைப்புகளுக்கும் கொடுக்கலாம். மேலும் A/D மாற்றியானது பலவின் ஒன்றாக்கிச் சாதனம் என்றும் அழைக்கப்படும்.

12.6.1. அடுத்தடுத்த தோராயமுறை A/D மாற்றி (Successive approximation A/D Converter)

ஒரு நான்கு அலகு அடுத்தடுத்த தோராய முறை மாற்றியின் கட்டப்படம்.12.19(a&c)-ல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. இந்த மாற்றிக்குக் கொடுக்கப்படும் மின்னழுத்த அளவினைப் பாதியாக தொடர்ந்து பிரித்துக் கொண்டே இருக்கும். இதன் பகுதிகள் அடுத்தடுத்த தோராய முறை மின்தடை (Successive approximation resistor-SAR) ஒரு D/A மாற்றியில் நேர மின்னியற்றி (clock generator), ஒப்பு நோக்கி (comparator) மற்றும் கட்டுப்பாட்டு வாதியல் பகுதி (control logic unit) ஆகியவை, எண்ணிலக்க வெளியீடானது SAR –ல் இருந்து கிடைக்கும்.







படம்.12.19

D/A மாற்றியின் வெளியீடானது குறிப்பிடும் மின்னழுத்தம் (reference voltage) ஆகும். இது ஒப்புநோக்கியின் புரட்டு உள்ளீடுக்குக் கொடுக்கப்படும (V_r). எண்ணிலக்கச் சைகையாக மாற்றம் செய்யப்பட வேண்டிய ஒப்புமை மின்னழுத்தமானது ஒப்புமையடைய புரட்டா உள்ளீடுக்கு (non-inverting input) கொடுக்கப்படுகிறது (V_a). புரட்டா உள்ளீடுக்குக் கொடுக்கப்படும் மின்னழுத்தமானது புரட்டு இணைப்பிற்குக் கிடைக்கப்பெறும் மின்னழுத்தத்தைவிடவும் அதிகமாகவோ அல்லது அதன் மின்னழுத்தத்திற்குச் சமமாகவோ இருந்தால், ஒப்புநோக்கியின் வெளியீடானது உயர்வாக (high '1') இருக்கும். இவ்வாறு இல்லையென்றால் ஒப்புநோக்கியின் வெளியீடானது தாழ் (low '0') ஆக இருக்கும்.

தாழ் பதிவி, முதலில் சீர் அமைவு (reset) செய்து அதன் வெளியீடு 0 வாக மாற்றப்படுகின்றது. எண்ணிலக்கமாக மாற்றப்பட வேண்டிய சைகையானது உள்ளீட்டில் கொடுக்கப்படுகின்றது. அதன் பின்பு ஆரம்ப சைகையும் (Start signal) கொடுக்கப்படுகிறது. SAR பதிவியானது முதலில் அதன் MSB bit -ஐ மட்டும் அமைவு '1' செய்து கொண்டு ஒரு குறிப்பிட்ட வெளியீடு (1000)-ஐத் தருகின்றது. இது D/A மாற்றி மூலம் ஒப்புமை மின்னழுத்தமாக மாற்றப்பட்டு ஒப்புநோக்கியின் புரட்டு உள்ளீட்டில் கிடைக்கப்பெறுகிறது.

ஒப்பு நோக்கியானது V_a மற்றும் V_r ஆகிய இரண்டு மின்னழுத்தங்களையும் ஒப்பிட்டு V_r ஆனது V_a ஐ விட அதிகமாகவோ அல்லது சமமாகவோ இருந்தால் '1' என்ற வெளியீட்டையும் மாறாகக் குறைவாக இருந்தால் '0' என்ற வெளியீட்டையும் தருகிறது.

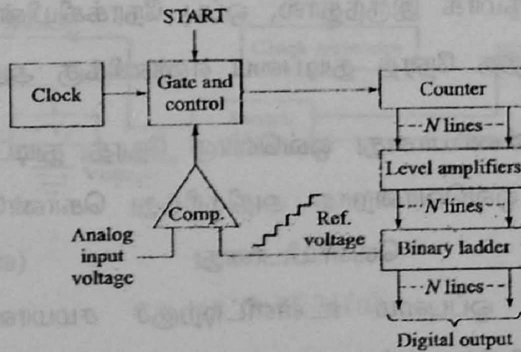
ஒப்பு நோக்கியின் வெளியீடானது '1' ஆக இருந்தால், கதவுக் கட்டுப்பாட்டு பகுதியானது ஒரு high(1) சைகையை SAR க்குக் கொடுக்கிறது. இப்பொழுது MSB அலகை அப்படியே வைத்துக் கொண்டு அடுத்த MSB அலகை '1' ஆக மாற்றுகிறது.

இந்த முறை திரும்பத்திரும்ப நடைபெறுகிறது. கடைசியாக LSB அலகு வரை இத்தகைய செயல்கள் நடைபெற்ற பின்பு, கொடுக்கப்பட்ட ஒப்புமை மின்னழுத்தத்திற்குச் சமமான எண்ணிலக்க சைகை வெளியீட்டில் கிடைக்கிறது. இம்முறை MSB அலகில் ஆரம்பிக்கப்பட்ட மாற்றமானது LSB அலகு வரை தொடர்ந்து நடைபெற்று, சரியான எண்ணிலக்கச் சைகையினை அதன் வெளியீட்டில் தருகிறது. இதன் செயலானது அட்டவணை படம் 12.19 (b)-ல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

இந்த முறையில் மாற்றம் (conversion) நேரமானது குறைவாக இருக்கும். அதாவது அலகுகளின் எண்ணிக்கையைப் பொருத்து இருக்கும், தேவைப்பட்டால் வெளியீட்டுப் பகுதியுடன் வெளியீடு பகுதியை (display unit) இணைத்துக்கொள்ளலாம்.

12.6.2. சாய்தள A/D மாற்றி (சாய்தள எண்ணி மாற்றி) (RAMP A/D Converter)

ஒப்புமை உள்ளீட்டு மின்னழுத்தமானது ஒப்புநோக்கியின் புரட்டா உள்ளீட்டு இணைப்பிற்குக் கொடுக்கப்படுகிறது, D/A மாற்றியிலிருந்து கிடைக்கப்பெறுகின்ற வெள்யீடானது ஒப்பு நோக்கியின் புரட்டு இணைப்பிற்குக் (inverting) கொடுக்கப்படுகிறது. ஒப்பு நோக்கிக்குக் கிடைக்கப்பெறுகின்ற புரட்டா உள்ளீடானது புரட்டு உள்ளீட்டை விடவும் அதிகமாக இருந்தால், ஒப்புநோக்கி வெளியீடானது ‘1’ எனவும், இல்லையெனில் வெளியீடானது ’0’ எனவும் இருக்கும். இந்த அமைப்பு படம் 12.20-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



படம்.12.20

ஒப்பு நோக்கி வெளியீடானது '1' ஆக இருந்தால் மட்டும் கதவு மற்றும் கட்டுப்பாட்டுப் பகுதியானது எண்ணி நேரத் துடிப்புகளை எண்ணிற்கு அனுப்புகிறது. இல்லையெனில் நேரத்துடிப்பு அலைகளை எண்ணிக்கு அனுப்பாது. D/A மாற்றியானது அதற்குக் கிடைக்கப் பெறுகின்ற எண்ணிலக்க உள்ளீடுகளைப் பொருத்து அதற்குச் சமமான ஒப்புமை மின்னழுத்தத்தை அதன் வெளியீட்டில் உருவாக்குகிறது. எண்ணியின் செயல்கள் கீழே விவரிக்கப்பட்டுள்ளது. முதலில் எண்ணியானது சரி நிலையில் இருக்குமாறு செய்யப்படவேண்டும். எனவே எண்ணியின் வெளியீடானது '0' எனக் கிடைக்கப் பெறும். இது ஒப்புமை சைகையாக மாற்றப்பட்டு ஒப்பு நோக்கியின் புரட்டு உள்ளீட்டிற்குக் கொடுக்கப்படுகிறது. இப்போது ஒப்பு நோக்கியின் வெளியீடானது '1' ஆக இருப்பதால் கட்டுப்பாட்டுச் சுற்றானது முதல் நேரத் துடிப்பை எண்ணிக்கு அனுப்புகிறது. இதனால் எண்ணியானது ஒரு மதிப்பு எண்ணம் (count) செய்யும். மீண்டும் இது ஒப்புமை சைகையாக மாற்றப்பட்டு ஒப்புநோக்கிக்குச் செல்கிறது. எண்ணிக்குக் கொடுக்கப்பட்டுள்ள உள்ளீட்டு ஒப்புமை மின்னழுத்தம் அதிகமாக இருந்தால், ஒப்பு நோக்கியின் வெளியீடாது '1' ஆக மாறி அடுத்த நேரத் துடிப்பை எண்ணிக்கு அனுப்புகிறது.

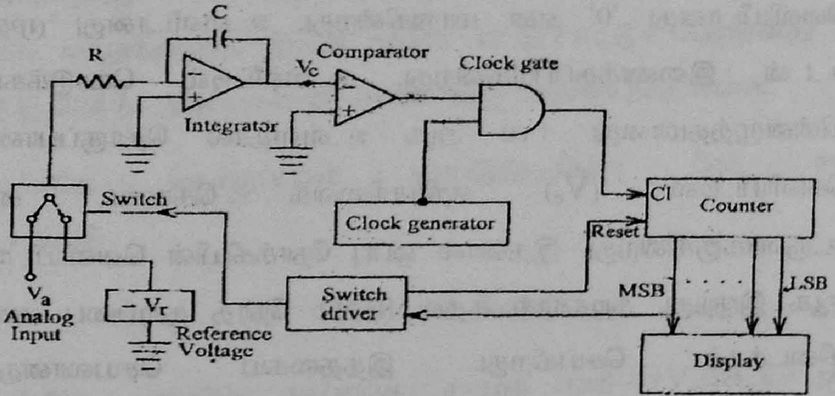
இவ்வாறு எண்ணியானது ஒவ்வொரு நேரத் துடிப்பு கிடைக்கப் பெறுகின்றபோதும் ஒவ்வொன்றாக அதிகரித்து கொண்டே இருக்கும். ஒப்புநோக்கியின் வெளியீடானது (எண்ணிலக்கம) கொடுக்கப்பட்டுள்ள ஒப்புமை உள்ளீட்டிற்குச் சமமானவுடன், ஒப்பு நோக்கியின் வெளியீடு '0' ஆக மாறுகிறது. இதற்குப் பின்பு கட்டுப்பாட்டுச் சுற்றானது நேரத் துடிப்புகளை எண்ணிக்கு அனுப்புவதில்லை. இப்பொழுது எண்ணியின் வெளியீட்டில் கிடைக்கப் பெறும் எண்ணிலக்க சைகையானது அதற்குக்

கொடுக்கப்பட்டுள்ள ஒப்புமை மின்னழுத்தத்திற்குச் சமமாக இருக்கும்.

இது ஒரு தரமான A/D மாற்றியாகும், மேலும் இது உயர் உறுதிப்பாட்டைக் கொண்டது, இதன் சுற்று அமைப்பு எளிமையானது. ஆனால் மாற்ற ஆகும் நேரம் அதிகமாக இருக்கும். மாற்றங்களின் வேகமானது அதற்குக் கொடுக்கப்படுகின்ற நேரத் சைகையின் அலைநீளத்தைப் பொருத்து இருக்கும்.

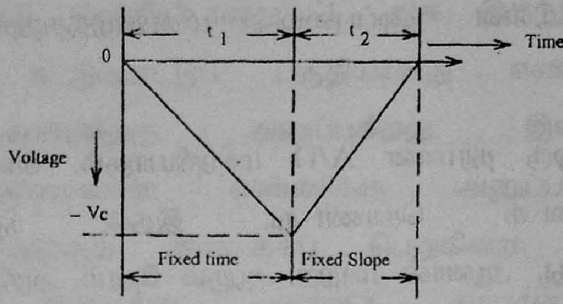
12.6.3. இரட்டை சாய்வு A/D மாற்றி (Dual slope A/D Converter)

இரட்டை சாய்வு A/D மாற்றி (Dual slope A/D Converter) ஒன்றின் கட்டப்படம் படம்.12.21(a)-ல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. இது ஓர் ஒருங்கமைப்பி (integrator), ஓர் ஒப்புநோக்கி, சாவி இணைப்பான் (switch driver) ஆகிய சுற்றுகளைக் கொண்டுள்ளது.



படம்.12.21(a)

இதில் உள்ள ஒருங்கிணைப்பான் தேவையான சாய்வு சைகையை உருவாக்குகிறது. உள்ளீடானது முதலில்



படம்.12.21(b)

எண்ணிலக்கமாக மாற்றப்பட வேண்டிய ஒப்புமை உள்ளீடு மின்னழுத்தம் (V_a) -யினாலும் பின்பு ஒரு தெரிந்த மின்னழுத்தத்தினாலும் இயக்கப்படுவதால் இரண்டு வித்தியாசமான சாய்வு சைகைகள் ஏற்படுத்தப்படுகின்றன.

முதலில் எண்ணியைத் திரும்பமைவு (reset) செய்தவுடன் வெளியீடானது '0' என மாறுகின்றது. உள்ளீடானது முதலில் V_a உடன் இணைக்கப்படுகின்றது. உள்ளீட்டில் கொடுக்கப்படுகின்ற மின்னழுத்துமானது +ve ஆக உள்ளதால் தொகுப்பான் ஆனது வெளியீட்டில் (V_c) எதிர்சரிவைக் கொண்ட சைகையை உருவாக்குகின்றது. இதனால் ஒப்பு நோக்கியின் வெளியீடானது +ve ஆக இருந்து, கடிகாரக் கதவு மூலம் நேரத் துடிப்பை எண்ணிக்குக் கிடைக்கச் செய்கிறது. இத்தகைய செயலானது ஒரு குறிப்பிட்டநேரம் (t_1) வரை தொடர்ந்து நடைபெறுகின்றது. இதன் மூலம் தொகுப்பு சுற்றின் வெளியீட்டில் கிடைக்கப்பெறுகின்ற மின்னழுத்துமானது $V_C = -(V_a/RC)\, t_1$ V என இருக்கும். இதில் R,C மற்றும் t_1 என்பன நிலையான மதிப்புகளைக் கொண்டதாகும். இந்த அமைப்பு படம் 12.21(b)-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

மேற்கூறப்பட்ட செயல்களினால் எண்ணியானது ஒரு குறிப்பிட்ட மதிப்பினை எண்ணியில் வைத்திருக்கும். ஒரு குறிப்பிட்ட நேரம் (t_1) கழிந்தபின்பு கட்டுப்பாட்டுப் பகுதியானது ஒரு துடிப்பை ஏற்படுத்தி எண்ணியை மீண்டும் சரிநிலை செய்கிறது. இதன் மூலம் எண்ணியின் வெளியீடானது மீண்டும் '0' வாக மாறுகின்றது.

இந்த நிலையில் தொகுப்பானின் வெளியீட்டிற்குத் தெரிந்த மின்னழுத்தமானது (V_r) ஆனது சாவியின் மூலம் தானாகக் கிடைக்க பெறுகின்றது. இப்போது தொகுப்பானானது ஏற்கனவே வெளியீட்டில் கொண்டுள்ள - V_c என்ற மின்னழுத்திலிருந்து '0' மின்னழுத்தத்தை நோக்கி சாய்வு சைகையை உருவாக்குகிறது. மீண்டும் ஒப்பு நோக்கியின் வெளியீட்டைப் பொருத்து கட்டுப்பாட்டு சுற்றானது கொடுக்கின்ற துடிப்பினால் இந்த எண்ணியானது ஈரடி எண்ணிணை எண்ணம் செய்கின்றது. தொகுப்பானின் வெளியீடானது '0' மின்னழுத்தம் அடைந்தவுடன் ஒப்பு நோக்கியின் வெளியீடானது தாழ்வாக மாறுகின்றது. இதன் மூலம் கட்டுப்பாட்டுச் சுற்றானது மேற் கொண்டு நேரத் துடிப்புகளை எண்ணிக்கு அனுப்புவதில்லை.

எனவே தொகுப்பான் ஏற்படுத்துகின்ற நேர் சாய்வு மின்னழுத்தம்

$$V_c = (V_r/RC)\, t_2 \text{ வோல்ட்}$$

இதில் ஏற்படும் சாய்வின் சாய்வு வரி (V_r/RC) ஆனது நிலையானதாகவும், மற்றும் நேரம் t_2 ஆனது மாறும் தன்மை கொண்டதாகவும் இருக்கும்.

இரண்டு செயல்களையும் பார்க்கின்ற போது, தொகுப்பான் '0' மின்னழுத்தில் இருந்து - V_c ஐ நோக்கி சென்று பின்பு '0' மின்னழுத்தத்தை வந்தடைகிறது. ஆகவே இதன் இரண்டு சமன்பாடுகளையும் சமன்படுத்தலாம்.

எனவே $(V_a/RC) \times t_1 = (V_r/RC) \times t_2$

எனவே $V_a = V_r \times (t_2/t_1)$ ஆகும்

V_r என்பது தெரிந்த மின்னழுத்தமாகும். மற்றும் t_1 என்பது ஏற்கனவே குறிப்பிட்டுள்ள நேரம் ஆகும். எனவே இரண்டும் மாறி மதிப்புகளாகும்.

$\therefore \quad V_a \propto t_2$ ஆகும்.

அதாவது எண்ணிலக்கமாக மாற்றப்படவேண்டிய ஒப்புமை மின்னழுத்தமானது காலம் நேரம் t_2 க்கு நேரடி தொடர்பு கொண்டதாக இருக்கும்.

இது பொதுவாக, மாற்றம் நடைபெற்று முடிவுற்ற பின்பு எண்ணியில் கிடைக்கப் பெறுகின்ற எண்ணம் மதிப்பிற்குச் சமமாக இருக்கும். இதன் நன்மை என்னவென்றால், வெளியீடானது மின்தேக்கி C –ன் மதிப்பினைப் பொருத்து இருக்காது.

12.6.4 A/D மாற்றியின் செயல்பாட்டுச் சிறப்பியல்புகள்

A/D மாற்றி கீழ்கண்ட பண்புகளைக் கருத்தில் கொள்ள வேண்டும். அவையாவன

i) உள்ளீடு மின்னழுத்த எல்லை (Range of input voltage)

ii) உள்ளீடு மின்னெதிர்ப்பு (Input impedance)

iii) நுட்பம் (Accuracy)

iv) மாற்ற நேரம் (Convertion time)

v) நீளம் சார் வகைக்கெழு (Differential linerarity)

vi) A/D உறுதிப்பாடு (A/D resolution)

vii) A/D செயல்படாநிலை (A/D drift)

i) உள்ளீடு மின்னழுத்த எல்லை

உள்ளீடு மின்னழுத்த எல்லை சுற்று உள்ளீட்டில் கொடுக்க கூடிய குறைந்த அளவு உள்ளீடு மின்னழுத்தத்திற்கும் மற்றும் அதிகஅளவு உள்ளீடு மின்னழுத்தத்திற்கும் உள்ள வித்தியாசம் உள்ளீடு மின்னழுத்த நிலை எனப்படும்.

ii) உள்ளீடு மின்னெதிர்ப்பு

மாறுகின்ற உள்ளீடு மின்னழுத்தத்திற்கும் மற்றும் அதனைப் பொருத்து மாற்றமடைகின்ற உள்ளீடு மின்னோட்டத்திற்கும் உள்ள விகிதமானது உள்ளீடு மின்னெதிர்ப்பு எனப்படும்.

iii) நுட்பம்

ஓர் அமைப்பிற்கு உள்ளீடு மின்னழுத்தம் கொடுக்கபடுகின்ற போது அதன் வெளியீட்டில் கிடைக்கின்ற எண்ணிலக்க சைகைக்கும் மற்றும் வெளியீட்டில் உண்மையில் கிடைக்கவேண்டிய எண்ணிக்கை சைகைக்கும் உள்ள வேறுபாடானது நுட்பம் எனப்படும்.

iv) நேர மாற்றம்

உள்ளீட்டில் ஒப்புமை சைகை கொடுக்கப்பட்ட பின்பு அதன் வெளியீட்டில் எண்ணிலக்க சைகையானது, எவ்வளவு குறைந்த நேரத்தில் கிடைக்கப்பெறும் என்பது நேரமாற்றம் எனப்படும். அதாவது, உள்ளீடு கொடுக்கப்பட்ட நேரத்திற்கும் மற்றும் வெளியீடு கிடைக்க பெற்ற நேரத்திற்கும் உள்ள கால இடைவெளியானது நேரமாற்றம் எனப்படும்

v) நீளம் சார் வகைக் கெழு

வெளியீடானது ஒரு நிலையில் இருந்து மற்றொரு நிலைக்குச் செல்வதற்கு, அதற்குக் கொடுக்கப்படுகின்ற உள்ளீடு மின்னழுத்தமானது எவ்வளவு குறைந்த அளவு உள்ளீடு

மின்னழுத்தமாக இருக்க வேண்டும் என்பதைக் கணக்கிடுகின்ற முறையானது நீளம் சார் வகைக் கெழு எனப்படும்.

vi) A/D உறுதிப்பாடு

A/D மாற்றியின் வெளியீட்டடில் ஓர் அலகு அளவு மாற்றத்தினை ஏற்படுத்துவதற்குத் தேவையான குறைந்தளவு ஒப்புமை உள்ளீடு மின்னழுத்தமானது A/D உறுதிப்பாடு எனப்படும்.

vii) A/D செயல்படாநிலை

ஒரு A/D மாற்றியின் செயல்படாநிலை நேரத்தைப் பொருத்து அந்தச் சுற்றின் நிலைக்கட்டளவு மாறுகின்ற போது, சுற்றின் தரம் எவ்வளவு மாறுபடுகின்றது என்பதைக் குறிப்பிடுவதாகும்.

கேள்விகள்:

1. கூறுவெளி தேற்றதினைக் கூறுக.
2. நேர-பகிர்வு மற்றும் ஒன்றாக்குதல் என்றால் என்ன?
3. வரையரைபடுத்துதல் என்றால் என்ன?
4. எண்ணிலக்க சைகையை ஒப்புமையாக மாற்றுவதற்கான மாறி – மின்தடை வலையமைப்பை விவரிக்க.
5. மில்மன் தேற்றத்தைக் கூறுக.
6. இருநிலை இணை எடை எவ்வாறு காணப்படுகிறது?
7. மின்தடைப் பகுப்பான் வெளியீடு மின்னழுத்தம் காண்பதற்கு மில்மன் தேற்றம் எவ்வாறு பயன்படுகிறது என்பதை விவரிக்க.
8. ஒரு 6-இருநிலைக்குறி மின்தடைப் பகுப்பானில் ஒவ்வொரு இருநிலைக் குறிக்கான இருநிலை இணை எடையைக் கூறுக.
9. 6-இரு நிலைக்குறி மின்தடைப் பகுப்பானுக்கான சுற்றினை வரைக.
10. மின்தடைப் பகுப்பானில் உள்ள குறைபாடுகளைக் கூறுக.
11. 4-இருநிலைக் குறிக்கான ஏணிச் சுற்றினை வரைக.
12. மேற்பொருத்தல் தத்துவம் என்றால் என்ன? இருநிலை ஏணியின் வெளியீடு மின்னழுத்தம் காண்பதற்கு இத்தத்துவம் எவ்வாறு பயன்படுகிறது?
13. இருநிலை ஏணியின் சிறப்பினைக் கூறுக.
14. மின்தடைப் பகுப்பான் D/A மாற்றத்திற்கு எவ்வாறு பயன்படுகிறது என்பதை விவரிக்க.
15. இருநிலை ஏணி D/A மாற்றத்திற்கு எவ்வாறு பயன்படுகிறது என்பதை விவரிக்க.
16. D/A மாற்றியில் மட்டப் பெருக்கியின் செயற்பாட்டினைக் கூறுக.
17. D/A மாற்றியின் விளக்கப்படத்தை வரைக.
18. இருநிலை ஏணியைப் பயன்படுத்தி D/A மாற்றியின் முழுமையான சுற்றை வரைக.
19. D/A மாற்றியில் மட்டப் பெருக்கிகட்குக் கொடுக்கப்படும் உள்ளீடுகளைக் குறிப்பிடுக.
20. D/A மாற்றி செயற்படும் விதத்தைத் தகுந்த படம் கொண்டு விளக்குக.

21. ஒப்புமையை எண்ணிலக்கமாக மாற்றுவதற்கான இருமுறைகளைகக் கூறுக.

22. A/D மாற்றியில் ஒப்பிடுவானுக்குக் கொடுக்கப்படும் உள்ளீடுகளைக் கூறுக.

23. A/D மாற்றியில் எந்த நிபந்தனையின் போது ஒப்பிடுவான் வழியாக மின்னோட்டம் பாய்கிறது?

24. S இருநிலைக்குறி ஒருங்கமை 'n' மாற்றி அமைப்பதற்குப் பயன்படுத்த வேண்டிய ஒப்பிடுவான்களின் எண்ணிக்கையைக் கூறுக.

25. ஒருங்கமை A/D மாற்றியின் குறைபாட்டினைக் கூறுக.

26. ஒருங்கமை A/D மாற்றி செயல்படும் விதத்தை விரிவாக விளக்குக.

27. எண்ணி வகை A/D மாற்றி ஏன் ஒருங்கமை A/D மாற்றியை விடச் சிறந்தது?

28. எண்ணி வகை A/D மாற்றியின் செயற்பாடு வேகம் ஏன் ஒருங்கமை A/D மாற்றியைவிடக் குறைவு?

29. எண்ணி வகை A/D மாற்றி செயற்படும் விதத்தை விரிவாக விளக்குக.

கலைச்சொற்கள்

Absolute value - தனிமதிப்பு
Access - அணுக்கம்
Accumulator - சேர்ப்பி, சேர்ப்பான்
Addressing words - முகவரி முறைகள்
Algorithm - செயல் முறை விளக்கம்
Alpha numeric code - எழுத்தெண் குறியீடு
Alphanumeric - எண்ணெழுத்து
American standard code - அமெரிக்கச் செய்திக்குறியீடு
Analog computer - ஒப்புமைக் கம்ப்யூட்டர்
Analytical engine - பகுத்தாராயும் இயந்திரம்
AND gate - உம்மிணைக்கதவு
Argument - சார்பளவு
Arithmetic - எண்கணிதம்
Arithmetic expression - கணிதச் சொற்றொடர்
Arithmetic function - கணிதச் சார்பு
Arithmetic unit - கணிதத் தொகுதி
Array - நினைவக வரிசை
Assembler - இடைநிலை மொழி மாற்றி
Assembler - மொழிமாற்றி
Assembly Language Programming - இடைநிலை மொழி சேர்ப்பு
Assembly language - இடைநிலை மொழி
Assignment statement - மதிப்பீடு ஆணை
Associate Laws - சேர்ப்பு விதி
Astable - நிலையற்ற

Asynchronous counter	- ஒத்தில்லா எண்ணி
Asynchronous ripple counter	- குற்றலை எண்ணியின் சுற்று
Base	- அடி
Basic dynamic memory cell	- அடிப்படைத் துடிப்பான
Batch processing	- தொகுதிச் செயல் முறை
Bidirectional	- இரு திசைப் போக்குஇறங்கு
Binary coded decimal	- ஈரடிக் குறியீட்டுப் பத்தடி எண்
Binary Ladder	- இரட்டை ஏணி
Binary number	- ஈரடி எண்
Binary number	- இருநிலை எண்கள்
Binary	- இருநிலை
Bipolar	- இருதுருவம்
Bistable Multivibrator	- இருநிலைப் பல் அதிர்வி
Branching	- வழிமாற்றல்
Buffer	- தற்காலிக நினைவகம்
Built-in- function	- உள் அமைப்பு கூறு
Calculator	- கணிப்பான்
Card reader	- அட்டை படிப்பான்
Carry	- வெளியீடு மீதி
Central processing unit	- மையச் செயல் தொகுதி
Circuits	- சுற்றுகள்
Clock	- நேரக்கணிப்பி
Column	- நிரல்
Combinational logic circuits	- ஒன்றிணைவாதச் சுற்று
Combinational systems	- ஒன்றிணை அமைப்புகள்
Communication Lines	- தகவல் தொடர்பு கம்பிகள்
Comparator	- ஒப்பிடுவான்

Comparator - ஒப்புநோக்கி
Compiler - தொகுப்பி
Complement - நிரப்பிகள், தலைகீழ் எண்
Complex number - கலப்பு எண்
Complementary Circuit - நிரப்பு சுற்று
Computer - கணிப்பொறி
Connector - சேர்ப்பான்
Console - இயக்கு நிலையகம்
Constant - மாறிலி
Construct - உருவாக்குக
Control input - கட்டுப்பாட்டு உள்ளீடு
Control key - கட்டுப்பாட்டு விசை
Control statement - கட்டுப்பாட்டு ஆணை
Control unit - கட்டுப்பாட்டுத் தடம்,
Control unit - கட்டுப்பாட்டுத் தொகுதி
Controlled - கட்டுப்படுத்தப்பட்ட
Conversion - மாற்றம், மாற்று
Counters - எண்ணிகள்
Data file - செய்திக்கூறு கோவை
Data processing - விவர ஆய்வணை
Data - செய்திக் கூறு
Decade Counter - பத்து எண் பொறி
Decimal - படித்தமான எண்
Decode device - பிரித்தறியும் கருவி அமைப்பு
Decoder - பிரித்தறியும் கருவி
Demultiplexer - ஒன்றின் பலவாக்கி
Determinant - அணிக் கோவை மதிப்பு

Difference engine	- வேற்றுமை இயந்திரம்
Differentiator	- பகுதியாக்கிய உள்ளீடு
Digital computer	- எண்ணிலக்கு கணினி
Digital Computers	- எண்ணியல் கணிப்பானின்
Digital electronics	-எண்ணிலக்க எலெக்ட்ரானியல்
Digital frequency meter	-எண்ணிலக்க அதிர்வெண்மானி
Dimension	- பரிமாணம்
Direct access file	- நேரடி அணுக்கக் கோவை
Direct access storage devices	- நேரடி தொடர்புச் சேகரிப்பு
Don't care condition	- கண்டுகொள்ளா நிலை
Double dabble method	-ஈரடித் தொடர் வகுத்தல்
Double precision	- இரட்டைத் துல்லியம
Down Counter	- கீழே எண்ணும் எண்ணி
Drive	- துறை
Dual rank flip flop	-இரட்டை வரிசை நிலைமாறி
Duality theorem	- இருமைத் தேற்றம்
Dynamic memory	- மாறும் நினைவகம்
	நம்பகத்தன்மையுடைய
Elements	- தனிமங்கள்
Encode	- குறியீடு ஏற்றல்
Encoding device	- குறிப்பாட்டுக் கருவியமைப்பு
ENIAC	- மின் அணுக் கம்ப்யூட்டர்
	நினைவகம்
Errors	- பிழைகள்
Even parity	- இரட்டை இணை
Excess -3 code	- மிகுதி 3 குறியீடு,
Exclusive OR gate	- தனிவகை உம்மிணைக் கதவு

Execution	- செயற்பாடு
Execution phase	- செயற்படுத்தும் நிலை
Exponent	- அடுக்கு குறி
Exponent	- எண்ணடுக்கு
Exponential function	- எண்ணடுக்குக் கூறு
Expression	- கோவை
	காலதாமதம்
Field	- தொகுதி
File	- கோவை
	கட்டுப்பாட்டு
	கட்டுப்பாட்டகம்
	கட்டமைப்பு
Flip Flop	- நிலைமாறி, நிறை நிலை
Floating point number	- மாறும் புள்ளி எண்
Floppy diskette	- மின்காந்த மென் தட்டு
Format	- வடிவ கட்டமைப்பு
Fractional	- பின்னம் சார்ந்த
Fractions	- பின்னங்கள்
Free running multivibrator	- கட்டிலாப் பல்லதிர்வி
Function code	- சார்புக் குறி
Function	- கூறு
	கருவிகள்
	பதிவி
Half – Adder	- அரைக் கூட்டி
Hardware	- கருவியம்
Hardware	- வன்பொருள்

High level language - உயர்நிலை மொழி

Highly reliable - உயர்ந்த

Horizontal rows - படுக்கை வரிசைகள்

Hybrid squares - கலப்புச் சதுரங்கள்

Implicit addressing —உள்ளான கூப்பாடு

Information - செய்தி

Input file - இடுவரல் கோவை

Input unit - இடுவரலகம்

Input - இடுவரல்

Instruction format - அறிவரைத் தொகுப்பு

Integer - முழு எண்

Integrated, Injection logic ($I^2 L$) - ஒருங்கிணைக்கப்பட்ட குத்து

Interactive facility - நேரடித் தொடர்பு வசதி முறை

Interactive - நேரடித் தொடர்பு

Interface - இடைமுகம்

Internal constants - உட்புற மாறிலிகள்

Interupt - குறுக்கீடு

Interpreter - மொழி பெயர்ப்பாளர்

Inverters - மாற்றிகள்

தள்ளு பதிவி

Key field - விசைத் தொகுதி

Key word - குறிச்சொல்

Key - விசை

Keyboard terminal - தட்டுப் பலகை முனையம்

Keyboard - விசைப்பலகை

முறை

முறைமை

முதல்நிலை, தொடக்கநிலை

Large scale - பெருமளவு முழுமையான

Latency for disk memory - ஒருதட்டு நினைவகத்தின்

Library function - சேர்ப்பக கூறு, தொகுதிக் கூறு

Location - அமைவிடம்

Logarithm - ஒரு சுருக்கீட்டு முறை

Logic - முறையமை

Logical expression - முறையமை சொற்றொடர்

Loop control statement - செய்வளைக் கட்டுப்பாட்டு

Loop control - கண்ணி, செய்வளைக்

Loop - கண்ணி, செய்வளை

Least Significant Bit - மீச்சிறு பொருள் நிறைவுள்ள அலகு

Machine language - பொறி மொழி

Machine language - பொறி மொழி

Machine - பொறி

Magnetic bubble memory - காந்தக் குமிழ் நினைவகம்

Magnetic disk - காந்தத் தட்டு

Magnetic drum - காந்த உருளை

Magnetic floppy diskette - காந்த மென் தட்டு

Magnetic tape - காந்த நாடா

Magnitude comparator - காந்த சரிபாக்கி

Magnitude - அளவு

Mainframe computer - முதன்மை கம்ப்யூட்டர்

Mantissa - முழுக்கள் பகுதி

Master –Slave Flip-flop -செயலிடு-செயல்பாடுநிலைமாற்றி

Matrix - அணி

Max Minterms	- பெருமத் தொடர்
Maxterm	- பெருமத் தொடர்
Memory address	- நினைவக எண்கள்
Memory pointer	- ஞாபகக் குறிகாட்டி
Memory unit	- நினைவுத் தொகுதி,சேமிப்பு
Memory	- நினைவுச் சாரம்
Micro computer	- நுண் கம்ப்யூட்டர்
Micro processor	- நுண்கணிப்பு செயல்
Microprocessor	- நுண் செயற் பாங்கு
Midi computer	- மிகச் சிறிய கம்ப்யூட்டர் அமைப்பு
Min terms	- சிறுமத் தொடர்
Mini computer	- சிறிய கம்ப்யூட்டர்
	ஆணை
	அதிகப்படி 3 –குறியீடு
Mod -6	- 6 வகு எண்ணி
Modulas	- மட்டு
Monitor	- கண்காணிப்பகம்
Monostable Multivibrator	- ஒருநிலைப் பல்லதிர்வி
Most Significant Bit (MSB)	- மீச்சிறு பொருள் நிறைவுள்ள அலகு
Multi- programming	- தொகுப்பு வழிமுறைத் திட்டம்
Multiple LET statement	- பன்மடங்கு மதிப்பீடு ஆணை
Multiplexer	- பல்லிணைப்பு அமைப்பு
Multivibrator	- பல்லதிர்வி
NAND gate	-எதிர்ம உம் கதவு
Negative edge trigger	-முனைத்துவக்கி

Negative number - குறை எண்

Nested loop - உள்ளடங்கு செய் வலை

Nested subroutine - உள்ளடங்கு துணை

நேரங்காட்டி

தொகுதி

தொடர்ந்து வருவது

மொழி கட்டளையிடல்

Noise immunity - இரைச்சல் தாக்கபடாமையும்

Noise margin - இரைச்சல் எல்லை

Non- weighted - மதிப்பு கூடாத

NOR gate -எதிர்மக் அல்ல கதவு

NOT gate -எதிர்ம கதவு

Notation - குறிமாணம், குறியீடு

Notch - வெட்டு

Numeric constant - எண் மாறிலி

Numeric pointer - எண் குறிப்பான்

Numeric variable - எண் மாறி

Numerical expression - கணிதச் சொற்றொடர்

Object program - பொறி மொழி வழிமுறை

Octal code - எட்டடிமான குறித் தொகுதி

Octal - எட்டமைவு

Octal number - எட்டடி எண்

Octet - எண்ணிலக்கம்

On line - நேரியக்கம்

One dimension - ஒற்றைப் படிமானம்

Opcode - தொழிற்படு குறித் தொகுதி

Operand - இயமி

Operand - இயமி

Operational amplifier - இயக்கப் பெருக்கி

Operator - இயக்கி

Operator - செயல்பாடுகள்

Opto electronic display device - ஒளி மின்னனு காட்சி

OR gate - அல்ல கதவு

Order - வரிசை

Organization - நிறுவனம்

Oscillator - அலையியற்றி

Output - விடுவரல்

Output file - விடுவரல் கோவை

Output unit - விடுவரலகம்

Overhead time - அதிகப்படி நேரம்

Parenthesis - அடைப்பு குறி

Parity generator - இணை உருவாக்கி

Peripherals - புற ஒருங்கு முறை

Personal computer - தற்பயன் கம்ப்யூட்டர்

Pictorial Representation - படமாகக் காட்டப்படுவது

Pins - ஊசிகள்

Positive clock edge - ஏறுமுனை

Positive logic - நேர்க்குறி நியமம்

Positive number - மிகை எண்

Postulates - எடுகோள்கள், அடிகோள்கள்

Preceding code - முற்படுகிற குறி

Precision - துல்லியம், தெளிவான

Primary - முதன்மை, முதலான,

Printer - பதிப்பான், அச்சுப் பொறி

Printers - அச்சுப் பொறி

Problem - புதிர்

Product of sums - கூட்டுத் தொகையின் பெருக்கல்

Program - வழிமுறைத் திட்டம்

Programmable interval linear - செயலாற்றக் கூடிய இடைவெளி

Programmer - வழியலமைப்பாளர்

Programming flow chart - வழியமைப்புக் கட்டப்படம்

Programming - வழியமைப்பு

Propagation delay - பரவுதல், காலதாமதம்

Punched card - துளையிட்ட அட்டை

Punched tape - துளையிட்ட நாடா

Quadratic equation - இருபடிச் சமன்பாடு

Random access - நேரடி அல்லது அணுக்கம்

Random number - சமவாய்ப்பு எண்

Real time - உண்மை நேரம்

Record index - பதிவுக் குறிப்புகள்

Record length - பதிப்பின் நீளம்

Record - பதிப்பு

Regulator - ஒருங்கு படுத்தி

Relational expression - தொடர்பமை சொற்றொடர்

Relational operator - தொடர்பமை இயக்கிகள்

Relays - உணர்த்திகள்

Resistor - Transistor logic (RTL) - மின்தடை- டிரான்சிஸ்டர் வாதம்

Ripple counter - அலை எண்ணி

Row - நிரை

Scan - அளகீடு

Secondary storage - இடைநிலை நினைவகம்

Sector holes - பிரிவுத் தொலைகள்

Sector - பிரிவு

Seek time - தகவல் நேரம்

Semantic error - உட்பிழை

Sequence - வரிசைக் கிரமம்

Sequential circuit - வரிசைச் சுற்று

Sequential code - வரிசைக் குறிகள்

Sequential file - வரிசை முறைக் கோவை

Serial in serial out resistor - தொடர் உள் -தொடர் வெளி

Set - தொகுதி

Sets - அமைப்பு, அமைவு

Seven segment display - ஏழுதுண்டுக் காட்சி

Shift register - தள்ளுப் பதிவி, நகர்த்தும்

Shift right registor - வலப்பக்க மாற்று பதிவகம்

Simultaneous method - ஒருங்கமை முறை

Single pole double through switch - ஒருமுனை இருவீச்சு சாவி

Single precision - ஒற்றைத் திட்டம்

Slide rule - கணக்குச் சட்டம்

Software - மென்பொருள்

Source program - கணிப் பொறி வழிமுறை

Special function - சிறப்பு கூறுகள்

Stack pointer - அடுக்குக் குறிமுள்

Statements - கூறுகள்

Statements - ஆணைகள்

Steering logic	- ஓட்டும் வாதியல்
String constant	- எழுத்து மாறிலி
String function	- குறிக் கோவை கூறு
String	- குறிக் கோவை
Subroutine	- துணை வழியமைப்பு
Subscripted variable	- நினைவக நிருணய மாறி
Subscripts	- வரிசைக் குறிப்பு எண்
Succeeding code	- அடுத்தடுத்து வரக்கூடிய
Symbolic instruction	- குறிப்புக் கட்டளைகள்
Symbolic language	- குறிப்பு மொழி
Synchronize	- ஊடன் நிகழ்வாக்கம்
Synchronous counter	- ஒத்துள்ள எண்ணி
Syntax error	- வெளிப்பிழை
System commands	- ஒருங்கு கட்டளைகள்
System	- ஒருங்கு வடிவம்
Telegraph Code	- செய்திக்குறியீடு
Teleprocessing	- தொலைச் செயல் முறை
Teletape keyboard	- தொலையச்சு தட்டுப்பலகை
Terminal function	- முனையம் வாயில்கள்
Theorem	- தேற்றம்
Time sharing	- நேரப் பகிர்வு வரையறுக்கும் கூறு
Toggle	- நிலை மாற்றம் வழியமைப்பு
Totem pole output	- அடுக்குத் தொகை வெளியீடு

Transformation	- மாற்றுதல்
Transistor	- டிரான்சிஸ்டர்
Translators\ Compilers	- மொழி மாற்றிகள்
Tree Decoder	- கிளைவடிவ குறியீடு மாற்றி
Trigonometric function	- கோணவியல் கூறு
Truth table	- மெய்யட்டவணை,
	குறியீட்டுப்படம்
Two dimension	- இரு பரிமாணம்
Two's Compliment	- 2 ன் நிரப்பி
Unidirectional	-ஒருபோக்கு திசை
Unique	- ஒரே வகையான
Universal –gates	- அனைத்தும் தழுவிய
User defined function	- பயனாளிக் குறிப்பீடுகள்
Utility functions	- பயன்தரு கூறுகள்
Vacuum tubes	- வெற்றிடக் குழாய்கள்
Variable	- மாறிகள்
Variables	- மாறிகள்
Version	- ஊற்று
Visual display	- காட்சித் திரை
Volatile memory	- மறைந்திடும் நினைவகம்
	எண்குறி
	எண்ணி
Weighted code	- மதிப்புக் கூடிய குறித்தொகுதி
Word length	- சொல் நீளம்
Working area	- பணித் தொகுதி

BOOKS FOR REFERENCES:

1. Malvino and Leech., Digital principles and applications, Mc.Graw Hill, New York
2. R.K. Gaur, Digital Electronics and Micro Computers, Dhanpet Rai & Sons, New Delhi
3. Millman and Halkias, Integrated Electronics, Mc Graw Hill, New Delhi
4. Tau and Schilling , Digital Integrated Electronics, Mc Graw Hill, New Delhi.
5. R.P.Jain, Modern Digital Electronics, Tata Mc Graw Hill, New Delhi
6. Malvino, Digital Computer Electronics, Tata Mc Graw Hill, New Delhi
7. Roger L.Tokheim, Digital Electronics, Mc Graw Hill Publications
8. William H.Gothmann, Digital Electronics, Eastern Economy Edition.
9. Christopher E. Strangio, Digital Electronics, Eastern Economy Edition.
10. R.P.Jain, Modern Digital Electronics, Tata Mc Graw Hill
11. V.K.Puri, Digital Electronics, Tata Mc Graw Hill.